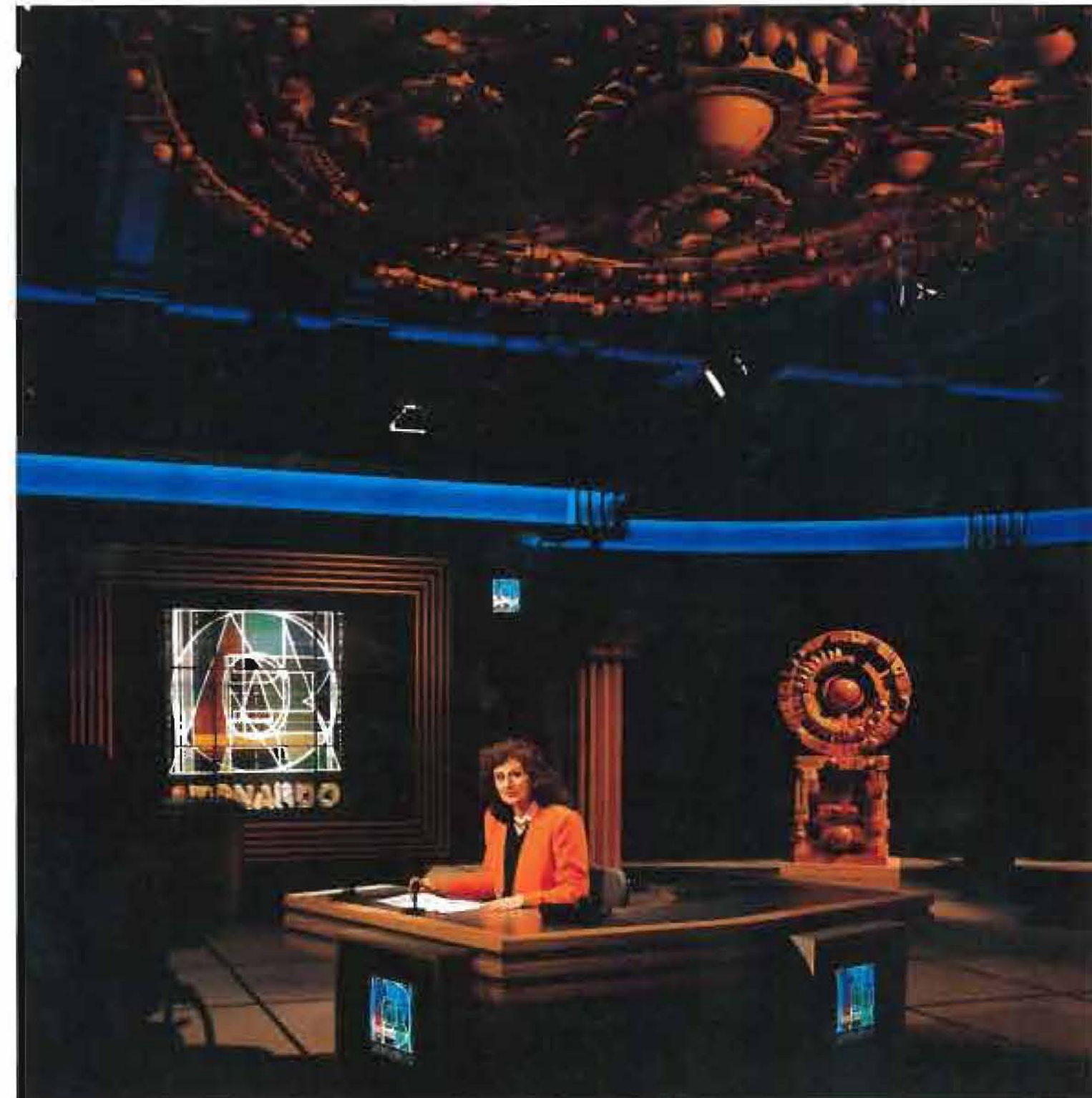
Ferdinando Codognotto, scultore del legno,
ha creato per la RAI
l'ambientazione scenica dello Studio TV4
per il TGR scientifico «Leonardo».
Nato a San Donà del Piave (VE)
il 4/4/1940, vive e lavora a Roma.
Si noti in particolare, a sinistra,
il «TOTEM», realizzato in legno
di cirmolo, interpretazione
tecnologica-spaziale dell'informatica.
«Artista sensibile alla Natura,
trae dalle sue radici culturali
ispirazione di una visione trasfigurata
della socialità del Lavoro e Futuribile,
in forme e spazialità espressive
della Tecnologia tratte dalla materia lignea».
(G. R. S.)

Spedizione in abbonamento postale gruppo IV/70, N. 1 - 1° sem. 1994

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

ANNO XLIII NUMERO 1 - 1994 EDIZIONI NUOVA ERI - Via Arsenale, 41 - TORINO L. 8000

Il Telegiornale Scientifico RAI «Leonardo»

NUMERO **1** ANNO XLIII

APRILE 1994
DA PAGINA 1
A PAGINA 44

RIVISTA QUADRIMESTRALE
A CURA DELLA RAI
EDITA DALLA NUOVA ERI

DIRETTORE RESPONSABILE
GIANFRANCO BARBIERI

COMITATO DIRETTIVO
M. AGRESTI, F. ANGELI,
G. M. POLACCO, R. CAPRA

REDAZIONE
RENATO CAPRA
CENTRO RICERCHE RAI
CORSO GIAMBONE, 68
TEL. (011) 88 00 (int. 31 32)
10135 TORINO

PUBBLICITÀ
GESTIONE DIRETTA NUOVA ERI - DIREZIONE COMMERCIALE
VIA GOIRAN, 3 - 00195 ROMA - TEL. (06) 3219414

Distribuzione per l'Italia:
Parrini & C. - p. Indipendenza 11/B
00185 Roma - Tel. (06) 49.92

Affiliato alla Federazione
Italiana Editori Giornali

Stampa ILTE - Moncalieri (Torino)

La fotografia illustra lo studio televisivo del Centro di Produzione RAI di Torino, nel quale viene realizzato «Leonardo», il primo Telegiornale Scientifico europeo, in onda tutti i giorni su RAITRE dalle 17,45 alle 18.

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

Sommario: *pagina*

UNA COPIA L. 8000 (ESTERO L. 15000)
COPIA ARRETRATA L. 15000 (ESTERO L. 15000)
ABBONAMENTO ANNUALE L. 20000 (ESTERO L. 40000)
VERSAMENTI ALLA NUOVA ERI - VIA ARSENALE, 41 - TORINO-C.C.P. N. 26960104
SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - GRUPPO IV/70
REG. ALLA CANCELLERIA DEL TRIBUNALE C.P. DI TORINO AL N. 494 IN DATA 6-11-1951

EDITORIALE

I lettori attenti potrebbero chiedersi come mai gli articoli presentati su «Elettronica e Telecomunicazioni», spesso abbiano come protagonista l'attività che la RAI svolge a Torino o comunque siano legati alle realtà aziendali della città.

Possiamo garantire che, pur essendo la Redazione della rivista a Torino, non siamo inclini a privilegiare argomenti locali e neppure ad alcuna forma di campanilismo. Pensiamo piuttosto che Torino abbia svolto, diremmo quasi da sempre, ma soprattutto continui a svolgere un ruolo davvero unico.

Città laboratorio per tradizione, polo all'avanguardia nel tentare esperimenti anche rischiosi, Torino non si è mai sottratta alla responsabilità culturale di avviare qualcosa di importante.

Se poi guardiamo all'impegno con cui ha affrontato la ricerca scientifica in generale, non possiamo che vedere confermate le nostre tesi. Si può dire che Torino rappresenti il più importante riferimento della produzione tecnico-scientifica di tutta la RAI. E di essa il Centro Ricerche è la punta di diamante di questa attività così intensa, i cui risultati si sono tradotti anche nella realizzazione del primo TG scientifico quotidiano «LEONARDO».

Non è stato facile coniugare la divulgazione scientifica con l'informazione, anche tenendo presente l'eterogeneità culturale, sociale, economica e di interessi in generale della fascia di spettatori che hanno seguito «LEONARDO».

La valutazione complessiva è davvero buona: di questa e degli obiettivi che hanno caratterizzato il TG scientifico, ce ne parla dettagliatamente Roberto Antonetto caporedattore responsabile di «LEONARDO»; della fase realizzativa specificamente tecnica e di tutto quanto attiene alla struttura in cui è stato realizzato, ci riferisce invece, l'Ing. Aristide ZECCHINI del Centro di Produzione RAI di Torino.

Come Redazione di «Elettronica e Telecomunicazioni», non possiamo quindi che dimostrare entusiasmo e un giusto orgoglio per il nostro lavoro di diffusione e di attuazione di tutti gli argomenti che vengono ospitati sulla rivista e per lo sforzo, che ci auguriamo venga premiato da un numero sempre maggiore di lettori, di garantire strumenti di comunicazione attuali e di utile informazione.

Gianfranco Barbieri

IL TELEGIORNALE RAI «LEONARDO»

R. ANTONETTO*

«LEONARDO», Telegiornale delle Scienze. Un'idea nuova ed unica: nessuna televisione in Europa, per quanto spazio dedichi al tema «scienza, ha nei suoi palinsesti un *quotidiano di informazione* a carattere tematico specifico. È stata una scommessa lanciata nel '92 dalla TGR, dall'allora direttore Leonardo Valente e dalla Redazione torinese dei Servizi Giornalistici alla quale veniva affidato l'incarico di realizzarla. Una scommessa di respiro nazionale («Leonardo» infatti è diffuso in tutt'Italia nonostante sia prodotto dalla Testata Giornalistica (*Regionale*) che coglieva il momento giusto per dare una risposta alla domanda crescente di informazione scientifica e tecnologica. Una scommessa — va detto subito — che è stata già in gran parte vinta, e molto di più lo sarebbe stata se i mezzi impiegati nell'impresa fossero stati minimamente adeguati all'importanza. In un Congresso sull'Audiovisivo Scientifico svoltosi a Parigi nell'ottobre del '92, quando parlai del nuovo Telegiornale che stava per nascere in Italia, fui guardato con un misto di ammirazione e di perplessità: un commento fu *Mais vous êtes fous!*. Che cosa avrebbe aggiunto quall'amabile interlocutore se avesse saputo che la Redazione del quotidiano scientifico è composta in tutto di cinque giornalisti, che non ha praticamente collaboratori fissi, che le sue strutture di supporto sono volontarie e che la messa in onda è avvenuta nell'infelicissimo orario delle 13,45!

Ora, ad un anno e mezzo di distanza, i commenti dei telespettatori, delle istituzioni scientifiche e degli organi di informazione ci hanno fatto dimenticare tutti gli interrogativi degli inizi. Ora — anche se non è nello stile della Redazione di «Leonardo» l'autobiografia encomiastica — posso dire che «è andata!».

Ma torniamo ai mesi del '92 in cui il Telegiornale scientifico veniva progettato e muoveva i primi passi (l'esordio in onda avvenne il 21 dicembre).

«Leonardo» nasceva con l'intento di mettere ogni giorno alla portata di «tutti» (o almeno del maggior numero possibile di persone) le informazioni relative alla ricerca e alle ricadute della ricerca sulla qualità della vita. In altre parole, il giornale si proponeva di documentare

* Dott. Roberto Antonetto capo redattore responsabile di «LEONARDO», RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 10 marzo 1994.

gli sforzi e le conquiste della ricerca, soprattutto in quanto esse toccano la nostra realtà quotidiana (sia in positivo che anche in termini problematici) e di seguire il dibattito morale, politico, economico e sociale che la scienza suscita in misura sempre maggiore.

Dal punto di vista giornalistico, si è scelta l'*attualità* come criterio-guida dei temi di cui quotidianamente il giornale si incaricava di fornire le *spiegazioni*: da un fenomeno di inquinamento ad un evento medico, dalla mappatura del genoma alle mutazioni che vi si possono introdurre, dal restauro di un'opera d'arte ad un nuovo sistema di sicurezza per la navigazione aerea. Fenomeni che spesso rimangono parole oscure per la maggior parte del pubblico medio; il quale — non dimentichiamocene — è quello che con le sue tasse «finanzia» la ricerca (almeno quella pubblica) ed ha pur diritto di venirne a conoscere, come in una sorta di rendiconto, progressi e problemi. Al di là dei suggerimenti dell'attualità poi, «Leonardo» si proponeva di esercitare ed ha di fatto esercitato in proprio una attività di inchiesta, cioè di «scoperta» della scienza in senso ampio, delle sue istituzioni, dei suoi uomini, delle sue difficoltà. E tutto questo non solo in Italia, ma in Europa e nel mondo.

Un problema particolare si poneva per il linguaggio: poiché si voleva *fare della scienza materia di cronaca*, «Leonardo» si imponeva la chiarezza come regola deontologica, per rispettare il diritto del telespettatore medio di «capire», rifiutando d'altra parte ogni indulgenza verso l'approssimazione e l'imprecisione che sembrano appannaggi fatali di ogni opera di divulgazione.

Perché tutto questo a Torino? Perché la RAI riconosceva a Torino la «vocazione» scientifico-tecnologica che è nella storia della città e la sceglieva come polo di questo tipo di informazione, anche per futuri sviluppi.

Dal 21 marzo «Leonardo» è trasmesso dalle 17,45 alle 18, sempre sulla terza rete. Rimarrà in questa collocazione fino alla pausa estiva. Il 1 luglio si concluderà la seconda «tornata» del Telegiornale delle Scienze (la ripresa è prevista all'inizio di ottobre). Un bilancio si può trarre nel frattempo. Per esempio, quali sono state le materie che la cronaca scientifica ha fornito in maggior misura, e quali le più «richieste» dal pubblico.

Su una di queste non v'è alcun dubbio: la medicina. In particolare, la grande promessa dei nostri tempi, la genetica, fa ormai cronaca quasi quotidiana e i telespettatori si stanno abituando a considerarla, forse con prematuro ottimismo, come la grande risposta ad ogni speranza terapeutica. Ma la medicina è in misura sempre maggiore anche terreno di problemi etici inquietanti. Il pubblico di «Leonardo» ha risposto con estremo interesse a questo tipo di notizie. In seconda posizione, l'informatica, con i suoi sviluppi fantasmagorici. Poi le grandi opere dell'ingegneria, lo spazio, l'astronomia, l'ambiente (soprattutto in termini di quotidiano avvelenamento), la biologia, e via via tutti gli altri infiniti territori della ricerca. Un particolare interesse è stato verificato anche per le tecnologie applicate alla tutela del patrimonio artistico (per esempio nel restauro dei monumenti, un settore in cui l'Italia è il primo Paese del mondo). Insomma, per «Leonardo» non c'è che l'imbarazzo della scelta. E la speranza di arrivare al più presto ad una struttura redazionale, a possibilità operative e ad una fascia oraria adeguate ad un giornale che vuole rispecchiare il ruolo centrale della ricerca nella nostra vita.

(4119)

IL «LABORATORIO» DEL TELEGIORNALE SCIENTIFICO RAI: LEONARDO

A. ZECCHINI*

Con la nascita di «Leonardo», il primo telegiornale scientifico prodotto e trasmesso dalla RAI di Torino, fu deciso di riservare all'informazione uno dei sei studi televisivi esistenti nel Centro di Produzione RAI di Torino.

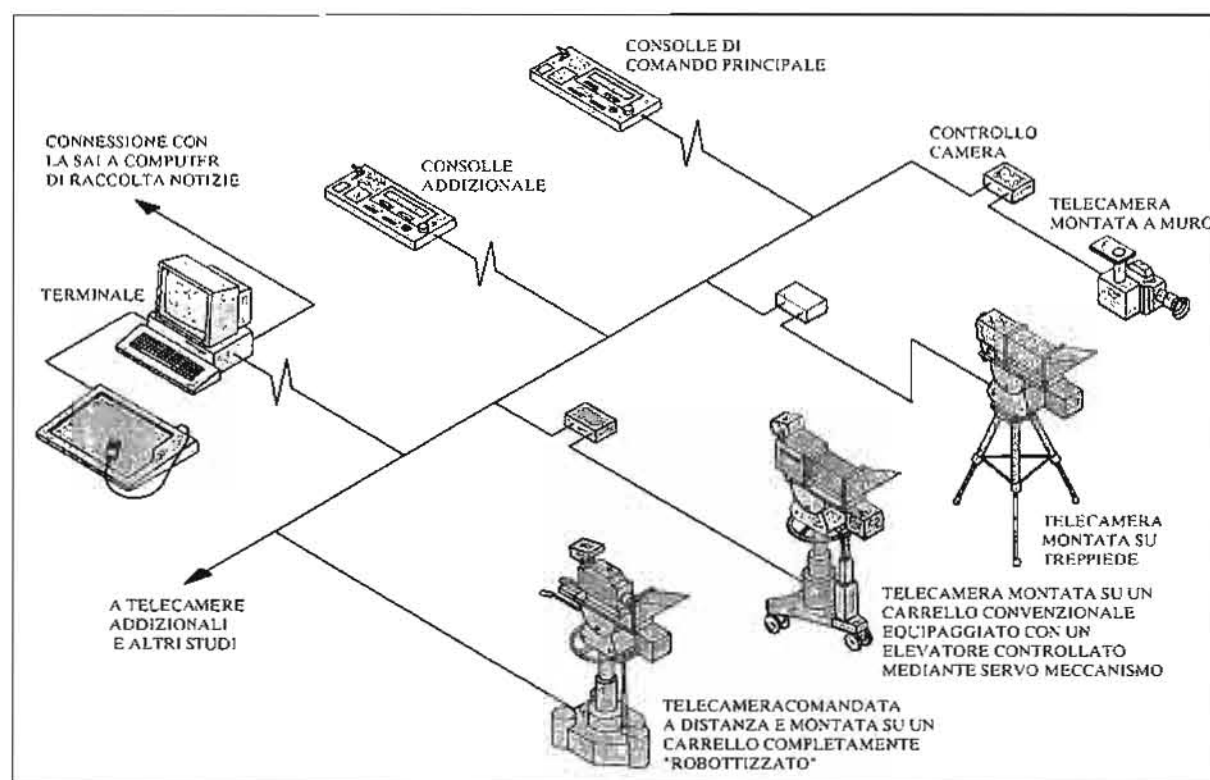
La scelta cadde, era l'estate 1992, sul P1, uno studio ricavato da un ampio locale (circa 450 mq) precedentemente adibito a sala prove, che fu ribattezzato TV4 e subito adeguato alle esigenze di uno «studio continuo», tale cioè da render possibile la trasmissione immediata, senza ricorso a particolari predisposizioni tecniche o scenografiche, non appena esigenze giornalistiche lo richiedessero.

Si pensò subito di intervenire sulla disposizione dei locali di regia; le regie video ed audio, prima separate in locali disposti non razionalmente, furono riunite in un'unica ampia sala che avrebbe consentito oltre ad un dialogo più immediato tra i due controlli, anche una verifica più completa sul prodotto trasmesso. Si ritenne opportuno creare un passaggio diretto tra la regia e lo studio per agevolare l'immediato contatto — indispensabile per un prodotto spesso definito un attimo prima della messa in onda — tra lo staff di regia ed il conduttore od il personale di ripresa.

Grande attenzione fu naturalmente posta agli impianti ed alle dotazioni delle regie e dello studio adeguando e rinnovando, quando i budget lo consentivano, gli esistenti; e altrettanto fu fatto nei riguardi delle non meno importanti infrastrutture produttivamente a monte dello studio, e cioè gli impianti di grafica e di montaggio cui era necessario assicurare standard produttivi in qualità e quantità non inferiori agli obiettivi che l'iniziativa si prefiggeva.

Rimandando la descrizione di questi ultimi ad una prossima occasione, vediamo qui le caratteristiche salienti dello studio e delle regie.

La struttura scenografica dello studio è stata pensata per disporre permanentemente di tre/quattro postazioni

* Ing. Aristide Zecchini del Centro di Produzione RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 4 marzo 1994.

Esempio schematico di uno studio televisivo automatizzato per la diffusione di notizie di attualità.

sulle quali oggi sono lavorate le produzioni del «Leonardo», TGR, TGS e «Ambiente Italia»; un lato è organizzato con spalti sui quali disporre pubblico, ovvero ospiti numerosi. Il carattere scenografico dell'ambiente è giocato sul contrasto tra gli ampi pannelli di legno, scolpito in forme avveniristiche di grande suggestione e la linearità della struttura metallica portante. Quest'ultima supporta una monitoria ad effetto scenografico per quasi l'intero perimetro, ampi tabelloni per chroma-key ed un ampio vidi-wall a retroproiezione tre per tre.

La ripresa è effettuata da 4 telecamere Hitachi (3 del tipo SKF 700 su carrello e 1 SKF 3 sospesa a soffitto) tutte asservite ad un sistema robotizzato che ne consente il controllo impegnando un solo operatore.

Il sistema permette la memorizzazione di un gran numero di sequenze (movimenti, fuoco e zoom) richiamabili con un solo comando; durante la ripresa automatica l'operatore si limita ad intervenire manualmente solo per ovviare agli scostamenti rispetto alle sequenze standard memorizzate.

Il parco luci dispone di una potenza di 90 Kwatt dei quali circa 30 erogati da UPS, quindi assolutamente garantiti da ogni interruzione, anche di quei pochi secondi necessari per l'andata a regime del gruppo elettrogeno di soccorso.

Le situazioni di illuminazione — cioè i tracciati — più ricorrenti sono memorizzati e richiamabili mediante un sistema di regolazione e controllo Memo Light ADB.

La regia video è equipaggiata di banco mixer Grass Valley 300, a 24 ingressi e 4 chromakey, dotato di memorie di quadro e generatori di effetti digitali (ADO 100); i titoli possono essere originati da una Quanta 500 o da una più moderna e versatile Chyron Max. Le immagini fisse sono generate da un vecchio analizzatore di diapositive Thomson e da una moderna libreria digitale Quantel 6001.

Le caratteristiche di quest'ultima meritano di essere illustrate: ha due canali in uscita ed una capacità di 1000 immagini (espandibile a 5000), il tempo di selezione e recupero è di circa 1 secondo con ricerca su 5 campi (chiavi) definiti nella descrizione standard; la presentazione dell'immagine può esser programmata a pieno schermo o su finestre parziali (sino ad 8).

La regia audio dispone di un mixer EMT a 24 ingressi mono, 8 stereo, 4 ausiliari e 4 uscite, ampiamente sufficiente per la tipologia delle produzioni previste.

Una considerazione conclusiva: pur non possedendo dotazioni tecniche particolarmente avanzate, e quindi non avendo richiesto investimenti onerosi, lo studio TV4 sembra costituire un ottimo compromesso tra i buoni livelli di prodotto che consente e l'economicità di gestione. L'impianto, grazie anche alla robotizzazione delle camere, può infatti esser gestito da una squadra di 5 unità.

(4118)

QUALIFICAZIONE DEL SISTEMA HD-MAC

G. CERRUTI, G. GARAZZINO, M. GUNETTI, M. STROPPIANA*

SOMMARIO — Nel maggio 1993 si sono svolte a Torino, presso il Centro Ricerche RAI, le prove UER di valutazione del sistema HD-MAC. Il sistema televisivo europeo ad alta definizione per la diffusione diretta da satellite è stato ideato e sviluppato dal consorzio europeo Eureka nel progetto EU95. Vengono descritti gli approcci, le procedure e la sistemistica di impianto che hanno portato alla valutazione del sistema. Sono riportati i risultati delle valutazioni expert, i primi risultati delle prove soggettive formali e le conclusioni ufficiali da cui si deduce che il sistema HD-MAC è in grado di fornire una qualità vicina a quella della sorgente HDTV. La qualità del segnale MAC compatibile è stata valutata leggermente peggiore del PAL.

SUMMARY — Evaluation of HD-MAC System. In May 1993, EBU tests for the assessment of the HD-MAC system were carried out in Torino at the RAI Research Centre. The European HDTV system for direct satellite broadcasting has been conceived and developed by the Eureka EU95 Project. The test procedures and the test bed used for the evaluation are described. The paper reports the expert assessment results, the preliminary results of the subjective tests and the official conclusions, from which it may be inferred that the HD-MAC system is able to convey a quality close to the HDTV source. The quality of the compatible MAC signal has been found slightly worse than PAL.

1. Introduzione

Nel mese di maggio 1993 si sono svolte a Torino, presso il Centro Ricerche Rai, le prove UER di valutazione del sistema HD-MAC per la codifica e trasmissione analogica del segnale HDTV.

Il sistema televisivo europeo ad alta definizione per la diffusione diretta da satellite, denominato HD-MAC (High Definition Multiplexed Analogue Components), è stato ideato e sviluppato dal consorzio europeo Eureka nell'ambito del progetto EU95.

Il sistema HD-MAC è stato utilizzato, a scopo sperimentale e dimostrativo, in occasione di avvenimenti sportivi di grande risonanza internazionale: si possono citare ad esempio, tra i più importanti, i Campionati Mondiali di Calcio «Italia '90», le Olimpiadi invernali 1992 ad Albertville, le Olimpiadi estive 1992 a Barcellona.

Il sistema di codifica e trasmissione sperimentato e dimostrato in tali occasioni non era ancora nella sua forma definitiva, anzi, l'analisi e valutazione critica dei risultati hanno fornito ulteriori spunti di ricerca e quindi di modifica e miglioramento del sistema.

Infatti le Olimpiadi invernali di Albertville 1992 hanno evidenziato alcuni degradamenti sia sul segnale HD-MAC, sia sul segnale MAC-compatibile, dovuti a difetti del sistema di codifica ed a non complete ottimizzazioni di alcuni suoi moduli.

Tali inconvenienti sono stati eliminati solo in parte prima delle Olimpiadi estive di Barcellona 1992, dove è stato presentato un sistema ancora soggetto a modifiche.

Pertanto, nel 1993 l'UER ed Eureka EU95 hanno deciso di organizzare a Torino, presso il Centro Ricerche RAI, altre prove del sistema, nella sua versione definitiva, tali da fornirne una valutazione completa e conclusiva[1].

È stato convenuto che l'UER fosse interamente responsabile dello svolgimento delle prove, che però sarebbero state condotte con la completa collaborazione ed assistenza del progetto Eureka 95.

Allo svolgimento e alla riuscita delle prove il Centro Ricerche della RAI ha contribuito in modo determinante, mettendo a disposizione i propri specialisti, una parte notevole degli apparati e l'appoggio logistico presso la propria sede, a Torino.

La parte preliminare dell'attività ha comportato la definizione delle prove che si riteneva necessario effettuare e, di conseguenza, dell'impianto da realizzare.

Ciò è avvenuto durante due riunioni, tenutesi la prima a Ginevra, la seconda a Torino: in tali occasioni, in base alle prove da effettuarsi, sono stati definiti gli schemi a blocchi di principio, sviluppando i quali sono stati successivamente realizzati gli impianti utilizzati durante le prove.

L'importanza e la varietà delle prove in programma hanno imposto la realizzazione di un impianto molto complesso ed esteso, accuratamente realizzato e controllato in ogni dettaglio, per il quale è stato anche necessario progettare e costruire apparati appositi.

* P.i. Giovanni Cerruti, P.i. Giorgio Garazzino, P.i. Massimo Gunetti, Dott. Mario Stroppiana del Centro Ricerche RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 20 dicembre 1993.

[1] In effetti il sistema provato a Torino differiva da quello presentato in ETSI per la standardizzazione, in quanto non era corredato della codifica di run-length della DATV (vedere capitolo 2). Tale modifica non comporta alcuna variazione di qualità del segnale, riferendosi alla occupazione di canale della DATV.

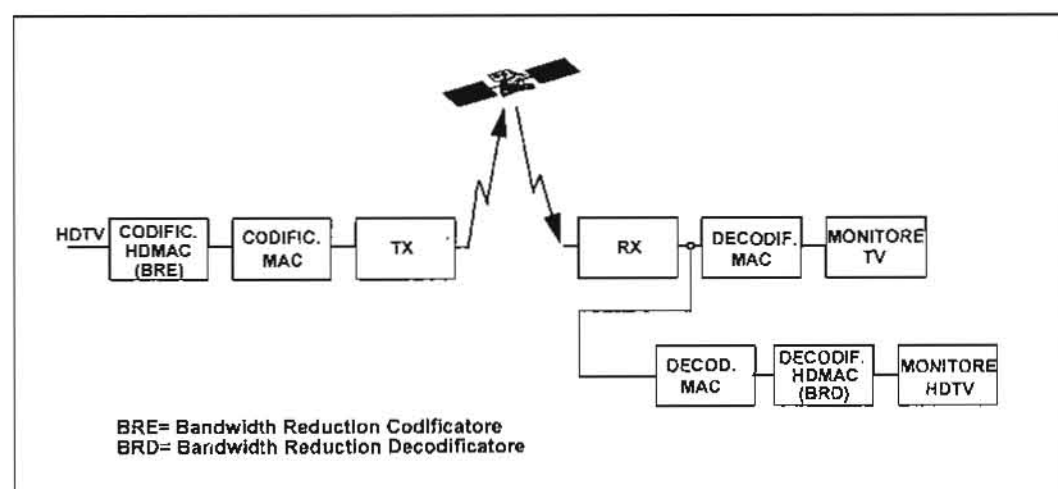



Fig. 1 — Catena di trasmissione HD-MAC.

2. Cenni sul sistema di codifica

La codifica HD-MAC permette la trasmissione di un segnale HDTV su canali conformi alla WARC '77 in modo compatibile con il segnale D2-MAC, ossia in modo tale che un ricevitore D2-MAC possa ricevere il segnale HD-MAC, decodificarlo e visualizzarlo come segnale MAC.

Il ricevitore HD-MAC sottopone invece il segnale ricevuto ad un trattamento inverso a quello operato in codifica ottenendo e visualizzando un segnale a 1250 righe che mantiene le caratteristiche essenziali del segnale HDTV generato in studio (vedi Fig. 1). A tal fine è necessario ridurre la banda del segnale HDTV e trasmetterlo nello stesso formato del segnale MAC.

Prima di tutto si limita la definizione orizzontale della componente di luminanza del segnale HDTV a quella corrispondente a 1440 campioni per riga e poi si campiona tale componente a 54 MHz, quattro volte la frequenza di campionamento del segnale MAC.

Il numero di righe attive per quadro risulta 1152, il doppio di quelle del segnale MAC. Ciascuna componente di crominanza ha invece 720 campioni per riga attiva e 576 righe attive per quadro, il doppio di righe e campioni per riga della crominanza del segnale MAC.

Come evidenziato, tale segnale contiene un numero di campioni quattro volte superiore a quello del segnale MAC, doppio numero di campioni per riga e doppio numero di righe, e quindi deve essere sottocampionato di quattro volte in modo conforme al contenuto locale d'informazione dell'immagine.

A tal fine si suddivide l'immagine in blocchi di 16×16 campioni sulla griglia di campionamento di quadro. Ogni blocco viene poi sottocampionato spazialmente o temporalmente in dipendenza del movimento del blocco stesso (vedi Fig. 2).

I blocchi d'immagine in forte movimento sono sottocampionati solo spazialmente, 2 volte in orizzontale e due volte in verticale, in modo tale da avere un totale aggiornamento temporale dell'immagine a scapito di una perdita di risoluzione spaziale non notata dall'occhio umano sulle immagini in movimento.

Tale tipo di codifica viene indicata come codifica a 20 ms, in quanto essa viene attuata su ogni semiquadro del segnale.

I blocchi contenenti zone statiche d'immagine sono invece sottocampionati solo temporalmente, in quanto su tali tipi d'immagine l'occhio è molto sensibile alla risoluzione delle stesse, mentre esse non richiedono aggiornamenti temporali.

Tale tipo di codifica è chiamata codifica a 80 ms, in quanto essa contiene l'informazione relativa a 2 quadri.

I blocchi con movimento regolare che può quindi essere compensabile sono invece sottocampionati sia spazialmente che temporalmente, due volte nella direzione verticale e due volte in quella temporale.

In questo modo si ottiene una definizione spaziale intermedia tra quella delle immagini fisse e di quelle in movimento, mentre l'aggiornamento temporale dell'immagine è ottenuto ricreando i semiquadri mancanti mediante interpolazione lungo la direzione indicata dai vettori movimento.

Tale modo di codifica, detto a 40 ms, richiede una struttura di sottocampionamento differente da quella degli altri due modi, 20 e 80 ms.

Le informazioni relative al modo di codifica di ogni blocco ed i vettori movimento dei blocchi codificati a 40 ms, sono trasmesse al ricevitore mediante il canale numerico di DATV (Digitally Assisted TeleVision) inserito nella cancellazione verticale di quadro.

La struttura di campionamento blocchi trattati a 20 ed 80 ms risulta di 360 campioni per riga e 576 righe per ogni semiquadro, mentre quella dei blocchi trattati a 40 ms è di 720 campioni per riga e 576 righe per il primo semiquadro di ogni quadro e nessun campione per il secondo semiquadro.

Per ottenere la struttura del segnale MAC è quindi necessario combinare due righe in una sola dimezzando così il numero di righe e raddoppiando il numero di campioni per riga nei modi 20 e 80 ms (line shuffling) e suddividere le 576 righe su due semiquadri nel modo 40 ms (field shuffling).

Le operazioni di codifica e di shuffling, completamente reversibili nel decodificatore HD-MAC, generano invece artefatti sul segnale decodificato come segnale MAC.

Infatti, le operazioni di codifica del modo 80 ms generano una ripetizione spettrale a 12,5 Hz a cui si sovrappone anche lo spettro spurio introdotto dall'operazione di line-shuffling.

L'operazione di compensazione del movimento nel modo 40 ms genera invece sul segnale decodificato MAC il movimento a scatti. Questi disturbi sul segnale compatibile possono essere ridotti mediante filtraggi passa-basso al codificatore HD-MAC e relativi filtraggi passa-alto nel decodificatore HD-MAC che però enfatizza il rumore di canale sul segnale decodificato.

Si tratta quindi di selezionare i filtri in modo da massimizzare i benefici sul segnale compatibile e minimizzare gli inconvenienti sul segnale HDTV. Si è quindi studiato un filtro temporale, passa basso in codifica e passa alto in decodifica, adattato sul contenuto locale dell'immagine, per filtrare lo spettro di ripetizione a 12,5 Hz nel modo di codifica 80 ms.

Tale tecnica è stata denominata TCI (Temporal Compatibility Improvement).

Inoltre si è individuata una tecnica di filtraggio adattativo, anch'essa passa basso in codifica e passa alto in decodifica, lungo la direzione del movimento, denominata MCCI (Motion Compensated Compatibility Improvement).

Tali tecniche di filtraggio sono state ottimizzate nel corso del 1992 dando origine a metodi denominati TCI+ ed MCCI+, non presenti sui co-decodificatori dimostrati e testati nel corso di quell'anno, Olimpiadi invernali, Olimpiadi estive e test UER di Berlino, ma presenti sul co-decodificatore usato nei test UER di Torino effettuati nel maggio '93.

Fig. 2 — Schema a blocchi del codificatore HD-MAC.

Le tecniche TCI+ ed MCCI+ sono presenti nel sistema inviato all'ETSI per la procedura di standardizzazione europea dell'HD-MAC.

Anche la tecnica di shuffling, detta improved shuffling, e la codifica delle componenti di crominanza sono state migliorate durante il corso del 1992, introdotte nelle specifiche HD-MAC sottoposte all'ETSI ed inserite nel codec per le prove UER di Torino.

3. Scelta e preparazione del materiale visivo per i test

Il sistema HD-MAC utilizza tecniche di compressione della informazione video adattative in funzione della immagine che viene trasmessa, considerata questa, non solo nel dominio spaziale (definizione orizzontale e verticale), ma anche in quello temporale (velocità di movimento delle singole parti di immagine).

In tale situazione è impossibile caratterizzare completamente il sistema per mezzo di metodi di misura oggettivi o strumentali: i segnali di prova standard non riescono infatti a simulare appieno la complessa struttura spaziale e temporale di una reale immagine televisiva ed i parametri eventualmente rilevati con tale metodo forniscono una visione estremamente ristretta della qualità del sistema.

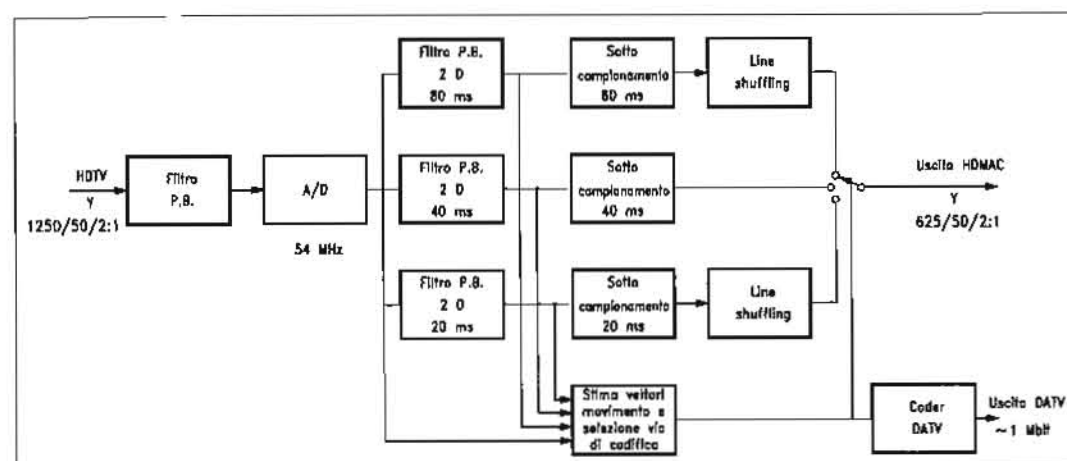
È per questo che diviene necessario utilizzare metodi di valutazione soggettiva nei quali un numero statisticamente sufficiente di osservatori giudica una serie di immagini televisive, selezionate in modo da rappresentare un normale palinsesto di programmazione.

La scelta delle immagini da utilizzare nella valutazione di un sistema è determinante ai fini di un risultato corretto: occorre per questo selezionare equilibratamente diverse sequenze, più critiche e meno critiche, rappresentative di vari generi di programma, che stimolino appropriatamente i vari modi di funzionamento del sistema e ne consentano la valutazione nelle diverse prestazioni.

Il piano di lavoro per la valutazione del sistema HD-MAC prevedeva di analizzare le seguenti prestazioni:

- A1) Qualità dell'immagine HD-MAC,
- A2) Qualità dell'immagine MAC-compatibile,
- B1) Degradamento in funzione del rapporto C/N per trasmissione via satellite,
- B2) Degradamento in funzione del rapporto C/N per trasmissione via cavo,
- C1) Suscettibilità alle interferenze nella trasmissione via satellite,
- C2) Suscettibilità alle interferenze nella trasmissione via cavo (test a bassa priorità),
- D1) Misure oggettive della risoluzione statica e dinamica (test a bassa priorità).

Il metodo delle valutazioni soggettive «formali» è discretamente complesso e richiede tempo per la preparazione, l'esecuzione e l'elaborazione dei risultati: quindi è talvolta conveniente condurre valutazioni soggettive «expert», più immediate ma meno precise, dove un limitato numero di osservatori, esperti nello specifico settore, osserva e valuta una più ampia selezione di immagini, esprimendo finalmente un giudizio sulle prestazioni del sistema.

Il piano di lavoro per la valutazione del sistema HD-MAC prevedeva valutazioni «expert» per tutti i punti in

esame e valutazioni «formali» solamente per i primi tre punti.

Sono quindi state sottoposte a visione ed a successive selezioni più di 40 ore di materiale registrato in Alta Definizione per ricavare 1 ora di immagini necessarie per le valutazioni soggettive «expert».

Una ulteriore selezione ha fornito 19 sequenze della durata di 10 secondi ciascuna, adeguate alla analisi delle prestazioni con il metodo delle valutazioni soggettive «formali».

Le sequenze in Alta Definizione selezionate e le loro caratteristiche, in relazione alle prestazioni da analizzare, compaiono nelle seguenti tabelle 1, 2, 3, 4.

TABELLA 1
SEQUENZE DI TEST PER LA QUALITÀ DELL'IMMAGINE HD-MAC

TITOLO E CRITICITA'	CONTENUTO	TIPICO DI:	ATTRIBUTI IN ESAME
1 EST Edinburg street Alta	Scene di strada dal vero con colori non saturi. Zoomata e movimento.	Ripresa in esterno. Documentario. Zoomata.	Risoluzione dinamica Blocchi di artifacts.
2 GER Geranium Moderata	Scena naturale con movimento erratico in aree a colori saturi. Include un cambio di inquadratura.	Ripresa in esterno. Documentario naturistico.	Blocchi di crominanza. Cecità al colore.
3 ARC Arcade Moderata	Sfondo con struttura complessa e movimento in primo piano. Riflessi speculari sull'acqua in primo piano.	Ripresa in esterno. Panoramica.	Risoluzione dinamica. Blocchi di artifacts.
4 NL Noel Abbastanza alta	Primo piano di testa in conversazione. Sfondo un poco sfocato. Piccoli movimenti di camera.	Produzione in studio. Talk show. Notiziari ecc.	Risoluzione ai confini tra fisso e movimento. Regolarità movimenti. Risoluz. crominanza.
5 SIN Singers Moderata	Panoramica e zoomata su fondo dettagliato, cantanti in primo piano. Primo piano e sfondo a fuoco.	Produzione in studio. Programma culturale.	Dettagli in movimento. Blocchi di artifacts. Regolarità movimenti.
6 SKI Winter olympics Bassa	Panoramica su sfondo a colori vivaci per seguire gli sciatori.	Ripresa in esterno. Ripresa sportiva.	Blocchi di crominanza. Cecità al colore. Rumore di crominanza.
7 OLY Olympic cerim. Non critica	Ripresa a pieno schermo di comparse con costumi vistosi.	Spettacolo in esterni. Scene con aree ampie dai colori saturi.	Coerenza delle scelte blocchi di crominanza e luminanza. Rumore di crominanza.
8 TEN Tennis Moderata	Ripresa di un movimento complesso con piccole panoramiche per seguire i giocatori.	Spettacolo in esterni. Avvenimento sportivo. Inserzione di logo.	Blocchi di artifacts. Risoluzione dinamica.
9 SAG Seats and grass Alta	Panoramica sullo stadio vuoto dalle sedie all'erba.	Sport in esterni. Avvenimenti in campo.	Rappresentazione di fini dettagli in movimento. Comportamento del rumore di luminanza su strutture periodiche.
10 KH Kiel harbour Moderata	Fotografia di un porto con colori non saturi ed alto dettaglio. Barche in acque calme.	Fotografia in esterni.	Risoluzione su immagini fisse. Blocchi di artifacts. Rumore.
11 Tram Moderata	Fotografia di una strada. Dettagli fini e strutture periodiche.	Fotografia in esterni.	Risoluzione su immagini fisse. Blocchi di artifacts.

TABELLA 2
SEQUENZE DI TEST PER LA QUALITÀ DELL'IMMAGINE MAC-COMPATIBILE

TITOLO E CRITICITA'	CONTENUTO	TIPICO DI:	ATTRIBUTI IN ESAME
1 EST Edinburg street Alta	Scene di strada dal vero con colori non saturi. Zoomata e movimento.	Ripresa in esterno. Documentario. Zoomata.	Risoluzione. Blocchi di artifacts.
2 NL Noel Alta	Primo piano di testa in conversazione. Sfondo un poco sfocato. Piccoli movimenti di camera.	Produzione in studio. Talk show. Notiziari ecc.	Dettaglio statico ed in movimento. Regolarità movimenti.
3 R/J Renata & jaguar Moderata	Panoramica su sfondo det-tagliato per seguire Renata. Primo piano e sfondo a fuoco.	Produzione in studio. Programmi educativi.	Artifacts di codifica. Judder di movimento. Risoluzione di crominanza.
4 SKI Winter olympics Moderata	Panoramica su sfondo a colori vivaci per seguire gli sciatori.	Ripresa in esterno. Ripresa sportiva.	Blocchi di crominanza. Artifacts di codifica.
5 OSE Olympic sea Bassa	Ripresa a pieno schermo di un movimento complesso. Tinte simili con diverse saturazioni. Panoramica sul pubblico variopinto.	Spettacolo in esterni. Mare, piscina.	Blocchi di crominanza. Judder di movimento.
6 SAG Seats and grass Molto alta	Panoramica sullo stadio vuoto dalle sedie all'erba.	Sport in esterni. Avvenimenti in campo.	Blocchi di artifacts per struttura periodica dell'immagine. Dettaglio fine sull'erba.
7 HAM Hammer throw Moderata	Reti in movimento lento, davanti e dietro il lanciatore di martello.	Sport in esterni. Avvenimenti in esterna.	Blocchi di artifacts per la struttura periodica dell'immagine. Dettaglio fine sull'erba.
8 KH Kiel harbour Moderata	Fotografia di un porto con colori non saturi ed alto dettaglio. Barche in acque calme.	Fotografia in esterni.	Risoluzione immagini fisse. Blocchi di artifacts. Rumore.
9 FP Formal pond Moderata	Fotografia di una piscina nel giardino di un edificio. Acque scure, verdi saturi, aree luminose ad alto dettaglio.	Fotografia in esterni.	Rumore. Blocchi di luminanza.

TABELLA 3
SEQUENZE DI TEST PER DEGRADAMENTO IN FUNZIONE DEL RAPPORTO C/N TRASMISSIONE VIA SATELLITE

TITOLO E CRITICITA'	CONTENUTO	TIPICO DI:	ATTRIBUTI IN ESAME
1 CL Clock Abbastanza alta	Immagine fissa: stadio vuoto e cielo blu, lenta panoramica sulle sedie.	Ripresa in esterna. Ripresa sportiva	Rumore di luminanza.
2 FRB Fruit basket Moderata	Cesto di frutta con colori saturi ruotante su fondo verde e blu.	Ripresa di prova con telecamera.	Rumore di crominanza su aree uniformi, ferme ed in moto.
3 TR Tram Alta	Fotografia di una strada. Dettagli fini, strutture periodiche.	Fotografia in esterni.	Rumore di crominanza e luminanza su aree uniformi fisse. Uniformità spaziale del rumore.

TABELLA 4
SEQUENZE DI TEST PER LA SUSCETTIBILITÀ ALLE INTERFERENZE

TITOLO E CRITICITA'	CONTENUTO	TIPICO DI:	ATTRIBUTI IN ESAME
SEGNALE UTILE **1 BT Boats** Moderata	Fotografia di alcune barche con aree uniformi di colore saturo ed aree dettagliate, fondo uniforme luminoso.	Fotografia in esterni. Scena relativamente frequente.	Interferenza. Visibilità dei segnali interferenti.
SEGNALE INTERFERENTE **2 FLG Flags** Abbastanza alta	Panoramica su sfondo costituito da molte bandiere ad alto dettaglio.	Livello di dettaglio relativamente infrequente.	Nessuno.

Una volta effettuata la selezione delle sequenze per le valutazioni soggettive «expert» e «formali», ne è stato eseguito il montaggio su nastro magnetico, fase che da sola ha impegnato per più di tre giorni le apparecchiature.

A questo proposito occorre considerare che, per le sequenze di test, la procedura operativa adottata imponeva, al minimo, 5 processi di registrazione e riproduzione successivi: dalla registrazione del materiale originario, sino allo svolgimento delle prove soggettive «formali».

Occorreva quindi un mezzo di registrazione e riproduzione per Alta Definizione che fosse in grado di garantire la assoluta trasparenza e qualità per nastri di quinta (o più) generazione; tale è il sistema Quadriga Thomson, che prevede l'impiego in batteria di quattro registratori digitali a componenti 4:2:2 D1 Sony.

Ciascun registratore D1 Sony è in grado di trattare un flusso di 720 pixel per 625 righe.

Quattro registratori D1, in funzionamento sincrono, portano il flusso trattabile a 1440 pixel per 1250 righe.

Nel sistema Quadriga della Thomson, gli ingressi R,G,B sono interfacciati con il demultiplex, che divide un flusso totale di 1440 pixel per 1250 righe in quattro flussi da 720 pixel per 625 righe; dopo la registrazione e riproduzione, il multiplex ricostruisce il flusso di segnali digitali, interfacciando le uscite in R,G,B.

Una centralina di editing Sony BVE 9000-P sincronizza il funzionamento dei quattro registratori D1.

Il sistema di registrazione digitale adottato era quindi trasparente allo standard HD-MAC che tratta, per l'appunto, 1440 pixel per 1250 righe.

Peraltro, per garantire la massima qualità ed interscambiabilità dei nastri, il sistema di registrazione Quadriga richiede un costante e accurato controllo del sistema di tracking e del sistema di riduzione degli errori (concealment).

4. Documentazione dei vari test eseguiti

Come descritto nella parte precedente, la quasi totalità dei test eseguiti si basava sulla valutazione visiva e soggettiva (expert o formale) di immagini HD-MAC.

Il complesso sistema di misura organizzato presso il Centro Ricerche RAI di Torino e descritto nel relativo capitolo, consentiva, mediante opportune commutazioni, di simulare le diverse condizioni operative dell'HD-MAC e di realizzare i vari test previsti, già descritti nella parte precedente.

I segnali processati erano poi giudicati mediante visione su due monitori Sony 38" per HDTV.

Ciò comportava la necessità di una precisa documentazione registrata di tutte le condizioni esaminate. Il sistema di misura consentiva anche questa documentazione mediante la predisposizione di:

1 Sistema Quadriga con quattro registratori D1 Sony asserviti;
2 Registratori D1 Sony;
1 Registratore D1 BTS.

Sono stati registrati, durante le prove, 41 nastri, per un totale di circa 10 ore di registrazione.

5. Prove in programma e relative condizioni di misura

A1 Qualità dell'immagine HD-MAC

Scopo: Definizione della qualità dell'immagine HD-MAC dopo trasmissione via satellite ad alto CNR (Carrier Noise Ratio), in condizioni di normale ricezione.
Condizioni di prova:
HD-MAC non criptato;
CNR maggiore o uguale 24 dB (tipico 30 dB);
Preenfasi E7E;
Simulatore del satellite con parametri BSS (Broadcasting Satellite Service):
Bw = 27 MHz Delta F = 13,5 MHz/V;
Collegamento via satellite Olympus per prove complementari.
Tipo di prova:
Valutazioni soggettive formali (FSA), e valutazioni expert (EA)
— per i test con simulatore del satellite;
Valutazioni expert per:
— prove su reale collegamento via satellite;
— prove di prestazione sui tre rami separati (40, 80, 20 ms) compreso il filtro di Nyquist.
Procedura: Valutazioni soggettive formali a doppio stimolo, scala di qualità continua (DSCQS) a distanza 3H (3 volte l'altezza dello schermo di visione).
Monitore: Monitore 38" HDTV (Sony)
Riferimento: Immagini originali HDTV registrate su quattro D1 VTR a 1440 pixel.
Segnali da valutare:
HD-MAC ad alto CNR;
MAC up-convertito derivato da una sorgente 4:2:2 down-convertita da HDTV (formato 16/9 e 720 pixel), susseguentemente up-convertito con relativo algoritmo; il processo di codifica MAC usa la preenfasi E7.
Sequenze di prova:
9 sequenze in movimento, 2 fisse (si veda la tabella 1).

A2 Qualità dell'immagine MAC-compatibile

Scopo: Valutazione della qualità dell'immagine MAC contenuta nell'HD-MAC, dopo trasmissione via satellite ad alto CNR.
Condizioni di prova:
come in A1.
Tipo di prova:
Valutazioni soggettive expert e formali di MAC-compatibile e PAL con simulatore di satellite;
Visione expert su un ricevitore commerciale MAC.
Procedura:
Valutazioni soggettive formali a doppio stimolo, scala di qualità continua (DSCQS) a distanza 4H e 6H.
Monitori:
Monitore professionale formato 4/3 da 20" (minimo);
Decoder MAC con deenfasi E7 e taglio delle parti laterali dell'immagine per il riproporzionamento da formato 16/9 a 4/3;
Ricevitore commerciale MAC con deenfasi E1.
Riferimento: MAC convenzionale, preenfasi E7, codificato da sorgente 4:2:2 down-convertita da HDTV (720 pixel) e decodificato attraverso un decoder MAC con taglio delle parti laterali dell'immagine (540 pixel).
Segnali da valutare:
MAC-compatibile contenuto nel HD-MAC non criptato;
PAL, codificato da sorgente 4:2:2, down-convertita da HDTV con taglio delle parti laterali dell'immagine (720 pixel in formato 4/3).
Sequenze di prova:
7 sequenze in movimento, 2 fisse (si veda la tabella 2).

B1 Degradamento in funzione del CNR (rapporto C/N) per trasmissione via satellite

Scopo:
Valutazione delle caratteristiche di degrado per rumore del canale FM;
Definizione della soglia di percettibilità del rumore;
Definizione del livello di inutilizzabilità del sistema;
Valutazione della adeguatezza della rete di pesatura unificata proposta per le misure di rumore (prova a bassa priorità).
Condizioni di prova:
HD-MAC non criptato;
Simulatore di satellite con parametri BSS;
Preenfasi E7E;
Valori di CNR da valutare: 22, 19, 17, 15, 13, 11, 8 dB;
Costante di tempo della rete di pesatura: 50 ns;
Tipo di prova: Valutazioni soggettive formali (FSA), e valutazioni expert (EA).
Procedura: Doppio stimolo con scala di degradamento. Distanza visione 3H.
Monitore: Monitore 38" HDTV (Sony).
Riferimento: HD-MAC ad alto CNR (30 dB)
Segnali da valutare:
HD-MAC dopo trasmissione via satellite a vari CNR.
Sequenze di prova:
2 in movimento, 1 fissa (si veda la tabella 3).
Apparato di misura del rumore:
Rhode & Schwarz (inclusa la rete di pesatura).

B2 Degradamento in funzione del CNR (rapporto C/N) per trasmissione via cavo

Scopo: Valutazione delle caratteristiche di degrado per rumore del canale AM con banda laterale parzialmente soppressa (banda laterale vestigiale);
Definizione della soglia di percettibilità del rumore;
Definizione del livello di inutilizzabilità del sistema;
Condizioni di prova:
HD-MAC non criptato;
Simulatore del satellite ad elevato CNR;
Simulatore di sistema di distribuzione in cavo con modulazione AM vestigiale spaziatura di canale 12 MHz, roll-off 10%;
Rapporto C/N (CNR) variabile da 50 a 30 dB in passi circa eguali.
Tipo di prova: Valutazioni soggettive expert (EA).
Segnali da valutare:
HD-MAC dopo trasmissione via satellite ad alto CNR e successiva trasmissione su rete in cavo con vari SNR (Signal Noise Ratio).
Sequenze di prova:
2 in movimento, 1 fissa (si veda la tabella 3).
Apparato di misura del rumore:
Rhode & Schwarz (inclusa la rete di pesatura).
Nota: Prova a bassa priorità.

C1 Suscettibilità alle interferenze nella trasmissione via satellite

Scopo: Definizione della soglia di percettibilità della interferenza e punto di inutilizzabilità del sistema per interferenze co-canale (CCI), interferenza dal canale adiacente superiore (UACI), interferenza dal canale adiacente inferiore (LACI).
Condizioni di prova:
Caso peggiore: interferenza HD-MAC su HD-MAC;
Segnale utile: HD-MAC non criptato con preenfasi E7E attraverso un canale lineare;
Segnale interferente: HD-MAC con preenfasi E7 attraverso il simulatore del satellite;
CCI - UACI - LACI;
Rapporto segnale interferente/segnale utile variabile a passi di 1 dB.
Tipo di prova: Valutazioni soggettive expert (EA).
Riferimento: HD-MAC privo di interferenze.
Sequenze di prova:
Una immagine fissa con aree uniformi come segnale utile: eventualmente in aggiunta Barre di colore UER 75%;
Una sequenza ad alto dettaglio in lento movimento come segnale interferente (si veda la tabella 4).

C2 Suscettibilità alle interferenze nella trasmissione via cavo

Scopo: Determinazione della soglia di percettibilità della interferenza e punto di inutilizzabilità del sistema (UACI + LACI).
Condizioni di prova:
Caso peggiore: interferenza HD-MAC su HD-MAC;

Segnale utile: HD-MAC non criptato, con preenfasi E7E, attraverso il simulatore del satellite e successivo modulatore AM a banda vestigiale;
Segnale interferente: HD-MAC non criptato, con preenfasi E7, attraverso un secondo modulatore AM a banda vestigiale.
Tipo di prova: Valutazioni soggettive expert (EA).
Riferimento: HD-MAC privo di interferenze.
Sequenze di prova:
Una immagine fissa con aree uniformi come segnale utile: eventualmente in aggiunta Barre di colore UER 75%;
Una sequenza ad alto dettaglio in lento movimento come segnale interferente (si veda la tabella 4).
Nota: Prova a bassa priorità.

D1 Misure oggettive della risoluzione statica e dinamica

Scopo: Misura della risposta ampiezza - frequenza orizzontale, verticale e diagonale dei tre rami di codifica del processo HD-MAC (risoluzione statica);
Controllo della precisione della informazione del vettore di movimento nel ramo a 40 ms;
Controllo della precisione delle decisioni di codifica tra i vari rami.
Condizioni di prova:
Codificatore e decodificatore HD-MAC connessi direttamente;
Nota: Prova a bassa priorità.

6. Descrizione dell'impianto di banda base

Nel capitolo 5 è indicato il piano di lavoro per la valutazione del sistema di codifica HD-MAC.

Per poter procedere in modo rapido ed esauriente ad un insieme di prove così esteso, si è dovuto realizzare un impianto di banda base relativamente complesso, sia come generazione, sia come trattamento, sia come visualizzazione dei segnali trattati. L'aggiunta delle parti relative ai processi in RF per il trattamento, reale o simulato, di trasmissione/ricezione via satellite o via cavo, aumentava la complessità dell'impianto.

Gran parte degli apparati utilizzati erano di dimensioni notevoli, assai complessi e nella condizione di prototipo; la loro collocazione ha richiesto l'uso di locali differenti, non sempre attigui, con relativi problemi di interconnessione e di sincronizzazione.

Bisogna inoltre ricordare che tutti i segnali di banda base HDTV sono in componenti, ciò ha comportato l'uso di distribuzioni e commutazioni a quattro cavi (R, G, B, Tls oppure Y, B-Y, R-Y, Tls).

È stato necessario l'uso di un gran numero di equalizzatori, distributori e generatori di sincronismi di tipo HDTV.

Infine, per rendere agevole ed immediato ogni genere di confronto e valutazione tra segnali originali e trattati, si è reso indispensabile l'uso di matrici di commutazione multiple comandabili simultaneamente da un'unica postazione. Tali matrici, in grado di commutare segnali HDTV, sono state realizzate appositamente presso il nostro Centro Ricerche, tramite rifacimento di matrici tradizionali.

In figura 3 è visibile lo schema di principio a blocchi dell'impianto realizzato. Le suddivisioni a tratteggio indicano le diverse collocazioni logistiche degli apparati.

Le dislocazioni erano sostanzialmente quattro:
«Equipment room»,
«Quadriga room»,
«Viewing room»,
«HD-MAC Van».

Nella «Equipment room» erano posti la maggior parte degli apparati di generazione, codifica, decodifica, trattamento e smistamento dei segnali, nonché la sezione RF.

Nella «Quadriga room» erano posti i quattro videoregistratori numerici D1 in configurazione HDTV (si veda il capitolo 3).

Nella «Viewing room» erano posti tutti i monitori dedicati alla valutazione delle immagini trattate, nonché i comandi e controlli per lo smistamento automatizzato dei segnali.

L'«HD-MAC Van» è il mezzo mobile attrezzato sul quale sono posti gli apparati di codifica HD-MAC e relativi controlli. Tale mezzo era parcheggiato nel cortile del Centro Ricerche RAI e intercollegato al resto dell'impianto tramite fibra ottica, cavi coassiali e cavi numerici multicoppia.

La generazione dei segnali prevedeva quattro sorgenti HDTV:
Telecamera BTS a CCD (1),
Videoregistratore analogico BTS (2),
Generatore di segnali Tektronix TGS1001 (3),
Quadriga (4).

Erano inoltre disponibili due sorgenti a 625 righe: Videoregistratore Sony numerico D1 (5), Down-converter Snell and Wilcox (6), ed infine un videodisco Philips (6) come sorgente precodificata HD-MAC.

Il Down converter trasferiva nello standard 625, 50, 2 tutti i segnali generati in HDTV, rendendoli disponibili come segnali per i modulatori MAC e PAL ed utilizzabili come termine di confronto per le immagini MAC-compatibili.

Tutti i segnali di banda base HDTV potevano essere smistati per mezzo di una matrice elettronica (M1).

Poiché la Quadriga era l'unico apparato in grado di produrre o memorizzare segnali HDTV senza degrado, questa è stata usata in impianto per entrambe le funzioni. In tal modo la Quadriga funzionava, in fasi alterne, sia come generatore di segnali HDTV, sia come mezzo finale di accumulo di tutti i segnali HD-MAC decodificati. Ciò era reso possibile dal fatto che il segnale HD-MAC, pur essendo un segnale HD, è registrabile su un solo D1 in formato 720 pixel più DATV. Non erano richiesti quindi due impianti Quadriga.

Avendo a disposizione in forma non più degradabile i segnali prodotti con i processi sotto analisi, si sono potuti rendere disponibili in qualsiasi momento i risultati ottenuti e rimandare ad un momento successivo il montaggio e la preparazione delle prove soggettive.

Il trattamento dei segnali in banda base prevedeva: codifica di segnali HDTV in HD-MAC, codifica di segnali a standard 625 righe in MAC, codifica di segnali a 625 righe in PAL.

Per il trattamento in HD-MAC, come già indicato precedentemente, necessitava trasferire i segnali all'HD-MAC encoder, posto sull'HD-MAC Van. Tale collegamento ha richiesto circa 60 m di cavo coassiale per ognuno dei quattro segnali R, G, B, Tls da trasferire. Per il collega-

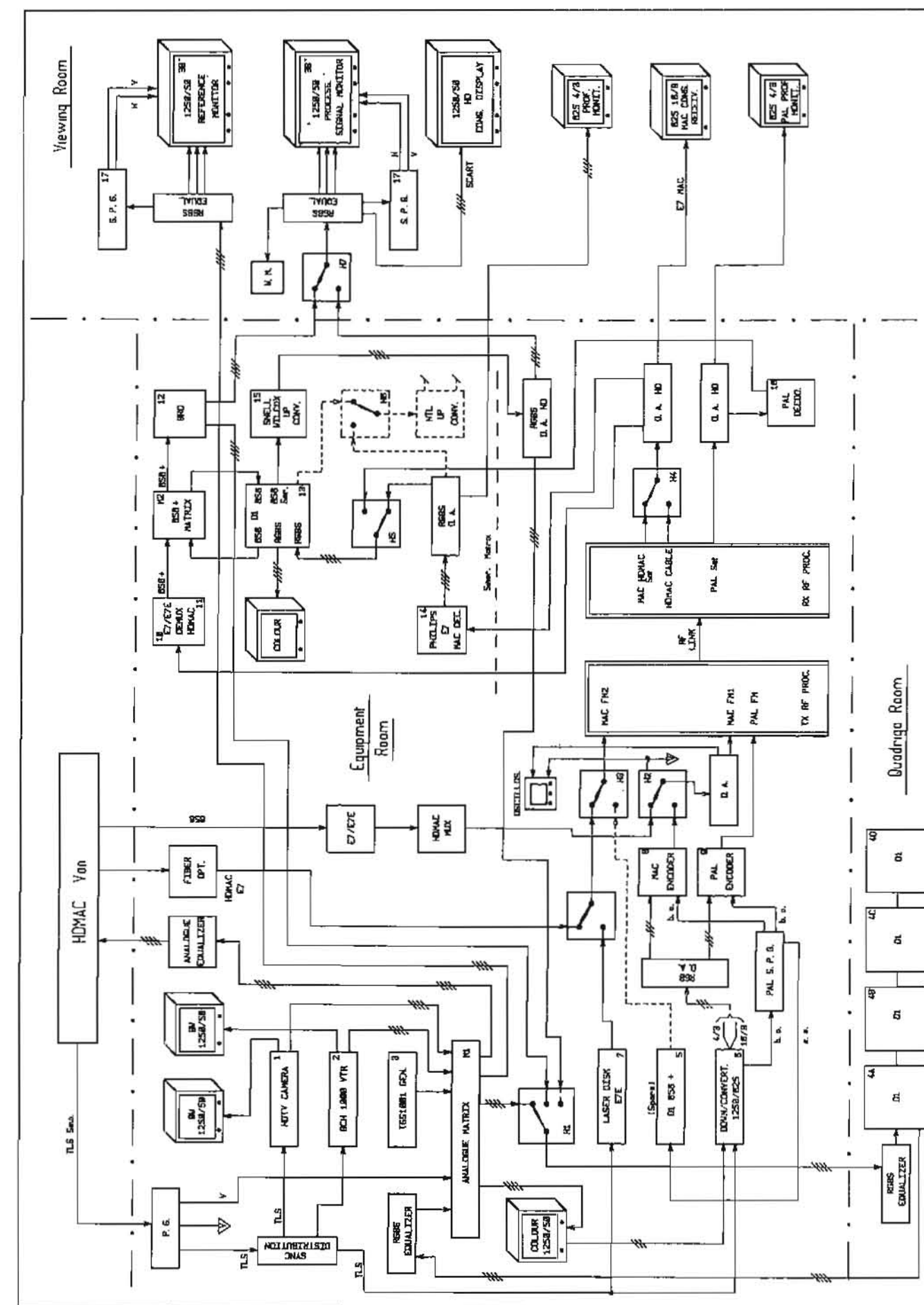



Fig. 3 — Schema di principio dell'impianto completo utilizzato per la qualificazione del sistema HD-MAC.

mento di ritorno, essendo il segnale in forma numerica standard 656+, si è adottato un cavo multicoppia 4:4:2.

La discesa HD-MAC numerica confluiva nella «Equipment room» per il trattamento di preenfasi adattativa E7E, infine un HD-MAC multiplexer forniva il segnale analogico di banda base codificato HD-MAC.

Sia il trattamento di codifica MAC che di codifica PAL avvenivano nella «Equipment room», rispettivamente per mezzo di un encoder Matra (8) e di un encoder Vistek (9). Come già indicato, entrambe le codifiche utilizzavano segnali provenienti da un processo di down conversion degli stessi segnali HDTV, codificati per altra via in HD-MAC, garantendo così massima uniformità nei processi di valutazione e confronto.

Durante le prove di interferenza, le immagini HD-MAC per il segnale interferente venivano fornite dal videodisco o provenivano dall'HD-MAC Van tramite un collegamento analogico in fibra ottica.

Tutte le operazioni suddette usufruivano di controllo monitoriale specifico.

In un'altra zona della «Equipment room» erano posti gli apparati per il trattamento di decodifica. Qui i segnali in arrivo dalla sezione di trattamento in RF, nelle tre forme di banda base codificata HD-MAC, MAC e PAL, venivano distribuiti e smistati verso i relativi decodificatori.

Il segnale HD-MAC alimentava il decoder con deenfasi E7E (10) e Demultiplexer (11); l'uscita dal decoder HD-MAC era in standard 656+ e, tramite una matrice di smistamento numerica (M1), poteva giungere o al BRD (Band Reduction Decoder 12) o ad un videoregistratore D1 (13). Dopo il BRD, il segnale HD-MAC, ritrasformato in componenti R, G, B, Tls ad alta definizione, era pronto per essere visualizzato. Il medesimo segnale uscente dalla matrice M1 nella forma 656+, poteva essere contemporaneamente memorizzato su nastro D1 (13) per uso in tempi differiti.

Il segnale MAC veniva inviato al decoder MAC (14) (decoder di tipo consumer), mentre il segnale PAL alimentava un decoder PAL tradizionale (16).

Una sbarra di commutazione (H5) smistava i segnali R, G, B, S, derivati dalla banda base MAC e dalla banda base PAL, verso la «Viewing room» per valutazioni in tempo reale, con la possibilità di registrarli sul videoregistratore D1 (13), attraverso gli appositi ingressi analogici.

Per tali segnali il D1 svolgeva la duplice azione di memoria per indagini differite e di convertitore analogico digitale per valutazioni in tempo reale. Infatti, utilizzando l'uscita numerica 656+ del medesimo D1, era possibile alimentare un Up-Converter della NTL (15) ed ottenere un segnale in forma HDTV compatibile. Questo tipo di segnale poteva essere inviato a un monitore HDTV e quindi confrontato con reali segnali HDTV di derivazione HD-MAC, presentati in contemporanea su di un secondo identico monitore.

Notiamo infine che sia i segnali HD-MAC derivati, sia i segnali MAC e PAL Up-convertiti potevano ritornare alla sala Quadriga per poter essere registrati in formato Quadriga.

Come si è potuto notare, tutti i segnali trattati, sia in forma codificata, sia in forma di banda base decodificata, trovavano una apposita via di registrazione in forma digitale su nastro magnetico, al fine di garantire ogni possibile futuro supplemento di indagine: supplemento di indagine garantito da mezzi di registrazione trasparenti di tipo numerico.

Nella descrizione fin qui condotta sono state trascurate le descrizioni delle distribuzioni dei segnali, sia di tipo HDTV che di tipo Standard, in quanto non tecnologicamente rilevanti.

Tuttavia un accenno a questi apparati è necessario, onde poter mettere il lettore in condizione di meglio comprendere la complessità di operare praticamente sull'impianto.

Essendo gran parte delle distribuzioni in componenti, a quattro cavi, le reti nel complessivo utilizzavano oltre 3000 metri di cavi coassiali a 75 Ohm nei quattro tipi: nero, grigio, rosso, verde, blu, che consentivano di distinguerne le funzioni, coinvolgendo oltre 200 tra equalizzatori per cavi coassiali e distributori video.

Infine sono state stese circa 40 linee a distribuzione multipla di energia a 220V con un impegno complessivo per oltre 50kVA.

Tutti gli impianti sono stati realizzati appositamente.

Ultimo settore di lavoro: la «Viewing room». In questo luogo, appositamente allestito per la visione professionale di immagini televisive, secondo gli standard internazionali relativi agli ambienti di visione, gli esperti appositamente convenuti potevano effettuare, su specifici display, la valutazione delle prestazioni del sistema in esame.

Nella «Viewing room» erano dislocati:

a) due monitori HDTV Sony 38", per le valutazioni al massimo della qualità possibile dei segnali HD-MAC e dei segnali MAC o PAL Up-convertiti,
b) un monitore HDTV (28" 16/9), di derivazione consumer, usato con ingresso «Golden SCART», per valutazioni parallele su apparati consumer;
c) due monitori 20" a standard 625/50, formato 4/3, con massime caratteristiche di qualità (Trinitron a micromaschera), per valutazioni su segnali MAC compatibili, MAC o PAL.

Nella «Viewing room», oltre ai soliti sistemi di equalizzazione e distribuzione dei segnali, erano presenti due generatori di sincronismi (17, 18) in funzione «PG gen lock», per risincronizzare le fasi dei segnali in visione e fornire i dovuti segnali di sincronismo ai vari display, nel rispetto delle relative esigenze funzionali.

Infine, sempre nello stesso locale era posto il controllo per il comando remoto delle sbarre di commutazione dei segnali, disposte nelle varie zone operative dell'impianto (H7, H3, H2, H4); questo rendeva possibile un immediato coordinamento delle selezioni delle macchine di generazione, codifica, decodifica, visualizzazione e consentiva di soddisfare rapidamente gran parte delle specifiche esigenze di osservazione e confronto degli specialisti.

7. Descrizione dell'impianto RF

A causa del limitato periodo di tempo a disposizione, è stato deciso di circoscrivere il programma delle prove formali al solo caso BSS, con l'intenzione di effettuare eventuali valutazioni expert con i parametri FSS (Fixed Satellite Service) se il tempo disponibile lo avesse consentito.

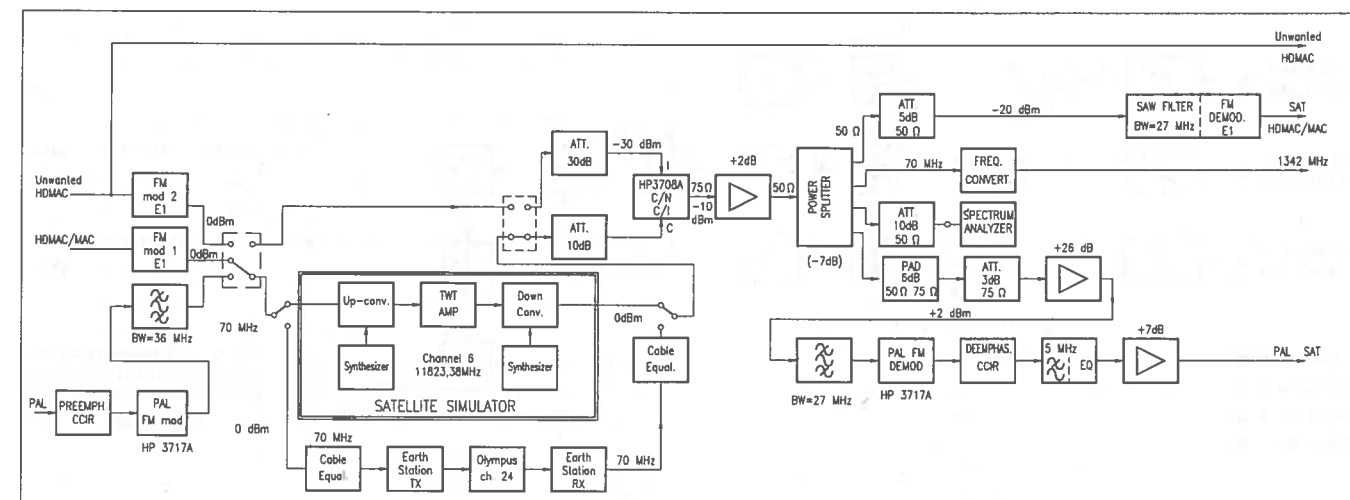



Fig. 4 — Schema a blocchi del segmento satellitare.

I parametri BSS erano quelli previsti dalla WARC'77:

— Deviazione di frequenza dovuta al segnale video: 13,5 MHz/V,
— Larghezza di banda del canale RF, limitata dal filtro di ricezione: 27 MHz,
— Deviazione di frequenza dovuta al segnale di dispersione di energia: 0,6 MHz p-p.

La parte di impianto relativa al segmento satellitare, rappresentata nello schema a blocchi di figura 4, comprendeva diversi gruppi di apparati, così suddivisi:

a) gli apparati di modulazione e di demodulazione FM,
b) il simulatore del satellite,
c) la stazione trasmittente mobile per il collegamento via Olympus.

La frequenza intermedia utilizzata nell'impianto, per l'interconnessione dei diversi blocchi funzionali, era a 70 MHz.

7.1 Modulatori e demodulatori FM

A causa dei diversi tipi di prove da effettuare, che implicavano sistemi e segnali diversi, erano stati previsti tre diversi modulatori FM:

— un modulatore per il segnale HD-MAC utile;
— un modulatore identico al precedente, per il segnale HD-MAC interferente;
— un modulatore per il segnale PAL (da confrontarsi con il MAC-compatibile);

quest'ultimo, non essendone internamente equipaggiato, ha richiesto l'uso esterno di una rete di preenfasi video (Racc. 405-1 del CCIR) e di un filtro passabanda, largo 36 MHz, sull'uscita a 70 MHz, per attenuare adeguatamente la 2ª armonica.

Dal lato ricezione erano installati due demodulatori FM:

— un demodulatore per il segnale HD-MAC,
— un demodulatore per il segnale PAL;

quest'ultimo ha richiesto l'uso esterno di un filtro passabanda largo 27 MHz all'ingresso IF, mentre sull'uscita video sono state inserite: la rete di deenfasi, un filtro passabasso fino a 5MHz equalizzato in fase ed, infine, un amplificatore video a guadagno regolabile.

La connessione in IF tra modulatore e demodulatore poteva essere diretta, oppure attraverso il simulatore del satellite o, ancora, mediante il collegamento effettivo via satellite. Gli ingressi e le uscite dei vari apparati erano collegati a connettori, fissati ed allineati su pannelli a rack appositamente costruiti, che consentivano, grazie anche ad una accurata unificazione dei livelli e delle impedenze, di realizzare rapidamente le configurazioni necessarie alle varie prove.

Prima della demodulazione, uno strumento apposito consentiva di inserire in IF rumore gaussiano bianco con livello calibrato, ottenendo direttamente il valore di C/N di volta in volta richiesto, oppure consentiva l'inserzione del segnale interferente, fornendo il valore di C/I necessario.

Dopo l'inserzione del rumore in IF, un divisore di potenza a quattro uscite forniva il segnale IF ai due demodulatori FM (HD-MAC e PAL), ad un analizzatore di spettro, indispensabile per tenere sotto controllo il corretto funzionamento dell'impianto, e ad un convertitore di frequenza da 70MHz a 1342MHz.

Su ogni percorso gli adattatori di impedenza, gli attenuatori e gli amplificatori, studiati e costruiti per l'occasione, permettevano di ottenere livello e impedenza adatti ad assicurare le migliori condizioni di funzionamento.

Il convertitore di frequenza da 70MHz a 1342 MHz è stato realizzato appositamente per le valutazioni «expert» delle immagini MAC-compatibili su ricevitori commerciali, essendo questi dotati solamente di ingresso alla 1ª IF da satellite (0,95 ÷ 1,75 GHz).

La frequenza di 1342 MHz (precisamente 1341,9 MHz) corrisponde alla 1ª IF del canale 20 nella canalizzazione BSS (WARC'77).

In segnale di uscita veniva ottenuto, partendo dal segnale a 70MHz e senza rovesciare lo spettro di modulazione, con un'unica conversione di frequenza, con oscillatore locale a 1272 MHz (Sintesi di frequenza, con VCO e PLL, che assicurano un basso rumore di ampiezza e di fase). Un filtro passabanda di uscita provvedeva ad attenuare adeguatamente le armoniche e i prodotti spuri di conversione.

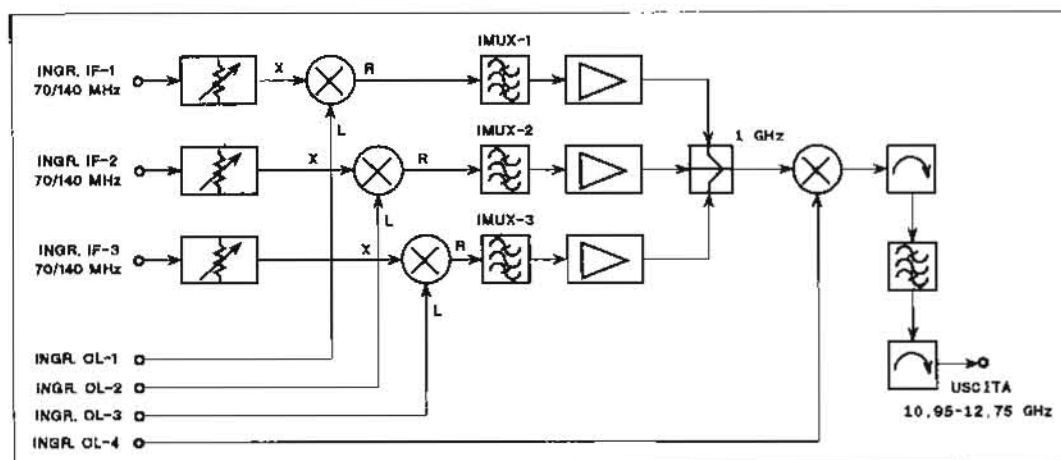



Fig. 5 — Simulatore del satellite: schema a blocchi di principio del convertitore di salita.

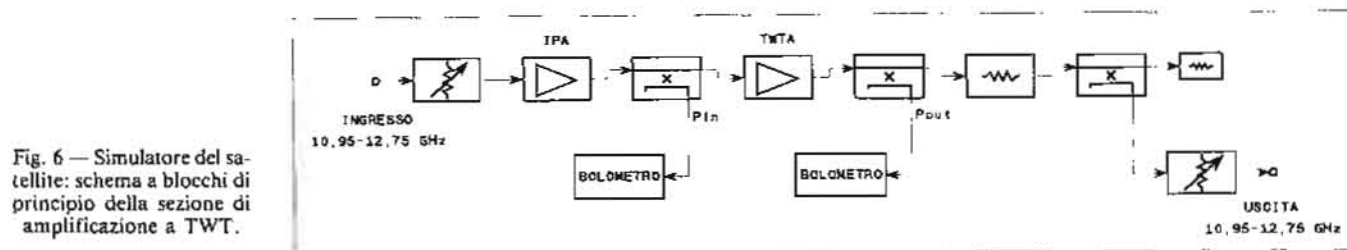



Fig. 6 — Simulatore del satellite: schema a blocchi di principio della sezione di amplificazione a TWT.

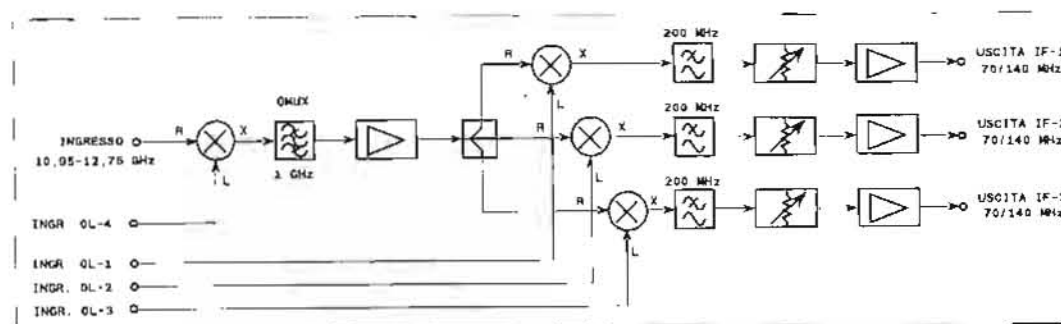



Fig. 7 — Simulatore del satellite: schema a blocchi di principio del convertitore di discesa.

7.2 SIMULATORE DEL SATELLITE

Il simulatore del satellite, progettato e realizzato dal Centro Ricerche RAI a Torino, è idoneo ad operare alle frequenze di diffusione di entrambe le bande: diffusione diretta (BSS: 11,7 ÷ 12,75 GHz) e servizio fisso (FSS: 10,95 ÷ 11,7 GHz); l'impiego del simulatore permette di valutare sperimentalmente le prestazioni dei sistemi e le caratteristiche di trasmissione in condizioni simili a quelle di esercizio.

Il sistema simula una tratta di trasmissione IF-RF-IF. Pertanto il simulatore del satellite si compone di tre parti principali:

— il convertitore in salita da media frequenza (IF) a radiofrequenza (RF) (vedi figura 5);
— l'amplificatore di potenza con tubo ad onde progressive (TWT), preceduto da un preamplificatore a banda larga (vedi figura 6);
— il convertitore in discesa da RF a IF (vedi figura 7).

I convertitori in salita ed in discesa funzionano normalmente alla stessa frequenza (10,95 ÷ 12,5 GHz).

In sede di progetto, non si è ritenuto necessario passare attraverso la conversione alla frequenza di salita (17 ÷ 18 GHz) e da questa alla frequenza di discesa (12 GHz), normalmente e rispettivamente effettuate nelle stazioni di terra e nei ripetitori sul satellite.

La simulazione riproduce le caratteristiche dei filtri d'ingresso e d'uscita del satellite (IMUX e OMUX) e le nonlinearità del tubo ad onde progressive. La semplice conversione di frequenza da 17-18 GHz a 11-12 GHz può essere considerata praticamente priva di distorsioni.

Per simulare le distorsioni causate dai filtri d'ingresso e d'uscita del ripetitore (rispettivamente denominati IMUX e OMUX), il simulatore del satellite è dotato di appositi connettori sul convertitore di salita (per l'IMUX) e sul convertitore di discesa (per l'OMUX) che permettono l'inserzione di filtri con curve di risposta simili a quelle del satellite che si intende simulare (ad esempio Olympus).

Dovendo poi riprodurre le distorsioni causate dalla conversione AM/PM) dell'HPA del ripetitore, si è dovuto selezionare un amplificatore a TWT che avesse caratteristiche analoghe a quello di bordo dell'Olympus (6°/dB). Le caratteristiche AM/AM e AM/PM sono riportate in figura 8.

Una caratteristica particolarmente interessante del simulatore del satellite realizzato è la possibilità di far transitare nel TWT fino a 3 segnali contemporanei, ciascuno regolabile separatamente in frequenza e in livello: ciò consente di riprodurre in laboratorio i casi nei quali un unico ripetitore di satellite è condiviso da più canali, sperimentando le prestazioni dei singoli canali e i degradamenti prodotti dalla intermodulazione tra di essi.

La IF d'ingresso e d'uscita dal simulatore può essere indifferentemente 70 o 140 MHz: sono realizzabili tutte le combinazioni di questi due valori, avendo i circuiti interessati la larghezza di banda necessaria.

Nel convertitore di salita il passaggio dalla IF alla RF è effettuato con una doppia conversione di frequenza: prima dalla IF a 1 GHz, poi da 1 GHz alla RF. Viceversa nel convertitore di discesa.

Nelle sezioni a 1 GHz vengono inseriti i filtri passabanda che riproducono la caratteristica ampiezza/frequenza dei filtri IMUX e OMUX del ripetitore.

Appositi attenuatori variabili permettono di regolare manualmente e con continuità i livelli dei segnali IF inviati al convertitore di salita e, di conseguenza, al TWTA, variando i valori di IBO e di OBO, nonché i livelli dei segnali sulle uscite IF del convertitore di discesa.

I segnali di oscillatore locale per le varie conversioni di frequenza sono forniti da generatori sintetizzati, in modo da assicurare elevata stabilità di frequenza e basso rumore di fase.

Due generatori sono sufficienti nella maggior parte delle misure: quando un unico segnale transita nel simulatore di satellite con lo stesso valore di IF all'ingresso e all'uscita, lo stesso generatore può alimentare, tramite un divisore di potenza, i mixer delle corrispondenti conversioni in salita e in discesa.

L'amplificatore di potenza utilizza un TWT da 50 W, in grado di coprire tutta la banda da 10,95 a 12,75 GHz (FSS e BSS).

L'amplificatore a TWT è preceduto da un attenuatore variabile a scatti e da un amplificatore di pilotaggio (o IPA). I bolometri collegati agli accoppiatori direzionali consentono di controllare le potenze all'ingresso e all'uscita del TWTA.

Il segnale a potenza elevata presente all'uscita del TWTA viene attenuato e dissipato su carico, una piccola parte, prelevata con accoppiatore direzionale, viene inviata al convertitore di discesa attraverso un attenuatore variabile a regolazione continua.

Le caratteristiche di funzionamento durante le prove erano le seguenti:

Canale WARC'77:	6;
Frequenza IF d'ingresso:	70 MHz;
Frequenza IF d'uscita:	70 MHz;
OBO:	0 dB (TWTA in saturazione);
Conversione AM/PM:	6°/dB.

7.3 STAZIONE TRASMITTENTE MOBILE

Le prove via satellite sono state effettuate sul canale 24 del satellite Olympus.

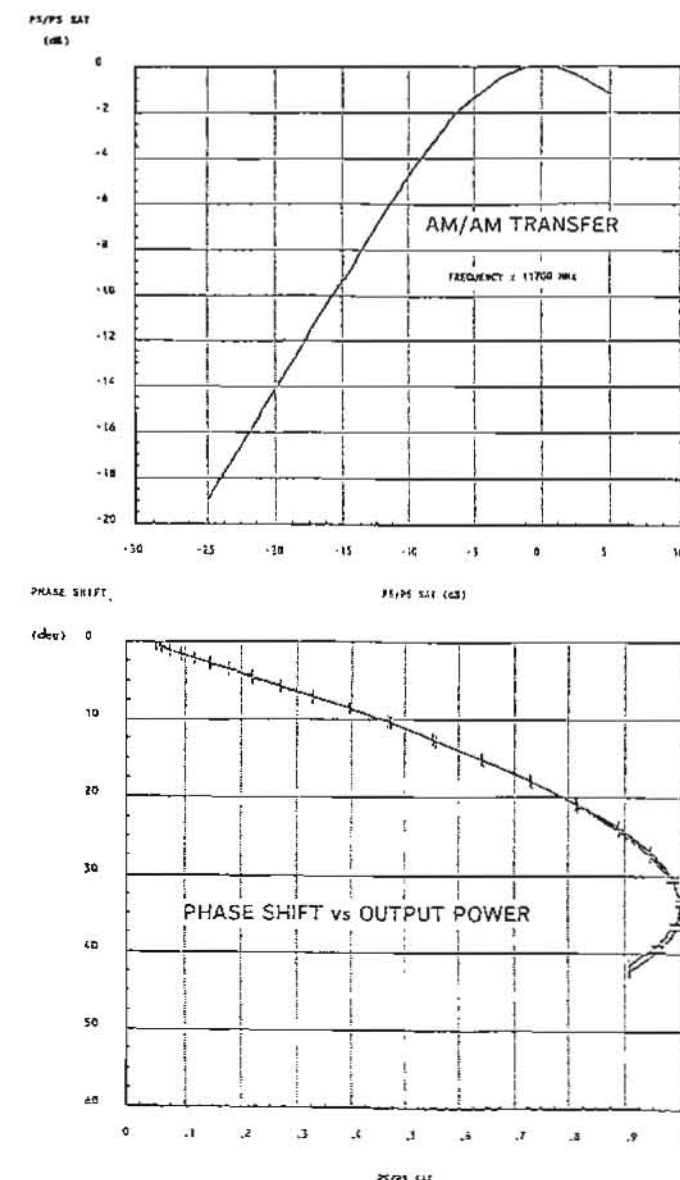



Fig. 8 — Curve del TWT del simulatore del satellite: conversione ampiezza-ampiezza (AM/AM) e conversione ampiezza-fase (AM/PM).

Il satellite trasmetteva con una EIRP = 57 dBW.

Per la trasmissione e la ricezione del segnale è stata utilizzata la stazione trasmittente mobile della RAI.

Le condizioni di funzionamento della stazione durante le prove erano le seguenti:

Diametro antenna:	3,3 m;
Frequenza RF di trasmissione:	17,768 GHz;
EIRP:	80 dBW;
OBO:	3 dB;
Frequenza RF di ricezione:	12,168 GHz;
G/T a 11,7 GHz e a cielo chiaro:	25 dB/K;
Frequenza IF d'ingresso:	140 MHz;
Frequenza IF d'uscita:	140 MHz;
C/N in 27 MHz:	29 dB.

Poiché, come si è detto, la frequenza utilizzata in questa parte dell'impianto per l'interconnessione dei diversi blocchi era la IF a 70 MHz, è stato necessario installare nella stazione

due convertitori supplementari: da 70 a 140 MHz in trasmissione e da 140 a 70 MHz in ricezione.

Il trasferimento dei segnali a 70 MHz dalla sala apparati HD-MAC alla stazione trasmittente mobile e viceversa avveniva mediante cavi coassiali. Per ottimizzare al meglio l'impianto, evitando degradamenti che altrimenti avrebbero potuto falsare i risultati delle prove, si è provveduto ad una equalizzazione della caratteristica ampiezza-frequenza dei cavi coassiali nella banda di frequenza utile.

Sono stati pertanto realizzati due equalizzatori ad una cella, con attenuazione complementare a quella del cavo nella banda interessata, seguita da un amplificatore che recuperava la perdita d'inserzione.

Gli equalizzatori sono stati installati all'estremità di arrivo dei segnali, l'uno a bordo della stazione mobile, l'altro in sala apparati HD-MAC («Equipment room»).

8. Misure di verifica dell'impianto

Durante la realizzazione dell'impianto sono state effettuate misure di verifica delle caratteristiche IF-IF del segmento a radiofrequenza, sia attraverso il satellite Olympus, sia attraverso il simulatore del satellite.

I risultati delle misure IF-IF (70 MHz), in una banda di 27 MHz, sono i seguenti:

a) Collegamento via Olympus
- Caratteristica ampiezza-frequenza: entro 1 dB (figura 9 - curva «a»);
- Caratteristica ritardo di gruppo-frequenza: entro 10 ns (figura 9 - curva «b»);

b) Collegamento attraverso il simulatore del satellite.
- Caratteristica ampiezza-frequenza:
  con OBO = 0 dB (TWTA saturato): entro 0,2 dB (figura 10 = curva «a»);
  con OBO = 10 dB (TWTA lineare): entro 0,4 dB (figura 11 = curva «a»).
- Caratteristica ritardo di gruppo-frequenza:
  con OBO = 0 dB (TWTA saturato): entro 2 ns (figura 10 - curva «b»);
  con OBO = 10 dB (TWTA lineare): entro 2 ns (figura 11 - curva «b»).

Fig. 9 — Collegamento via satellite Olympus. Caratteristiche IF-IF ampiezza/frequenza («a»: 1 dB/div) e ritardo di gruppo/frequenza («b»: 10 ns/div) in ± 15 MHz (markers ± 13,5 MHz).

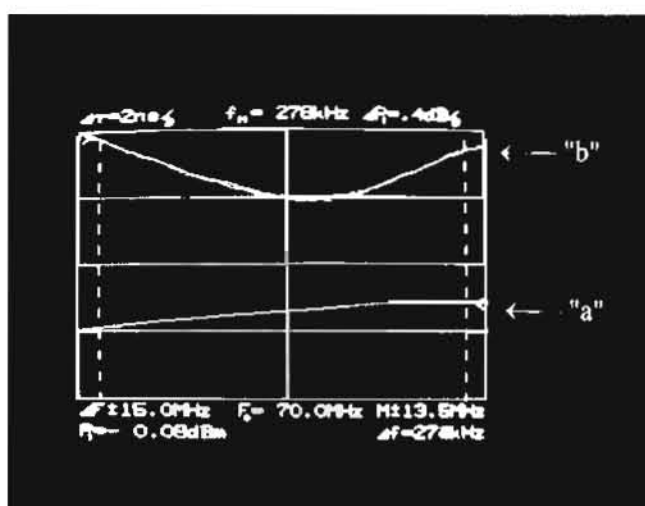



Fig. 10 — Collegamento via simulatore del satellite: OBO = 0 dB. Caratteristiche IF-IF ampiezza/frequenza («a»): 0,4 dB/div) e ritardo di gruppo/frequenza («b»: 2 ns/div) in ± 15 MHz (markers ± 13,5 MHz).

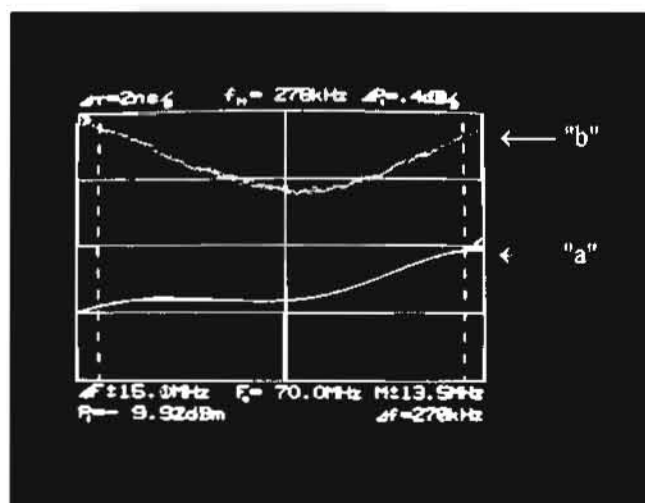



Fig. 11 — Collegamento via simulatore del satellite: OBO = 10 dB. Caratteristiche IF-IF ampiezza/frequenza («a»): 0,4 dB/div) e ritardo di gruppo/frequenza («b»: 2 ns/div) in ± 15 MHz (markers ± 13,5 MHz).

9. Valutazioni soggettive expert

A1 Qualità dell'immagine HD-MAC

Il gruppo di esperti ha rilevato un significativo miglioramento nelle prestazioni rispetto alle precedenti prove tenute a Berlino ed a Torino nel 1992.

È stata usata una grande quantità di materiale selezionato per le valutazioni expert, comprese sequenze di alta qualità da camera CCD, disponibili in forma registrata e dal vivo.

La qualità delle immagini HD-MAC è vicina a quella delle immagini originali per un'alta percentuale del tempo di programmazione. L'uso della camera CCD migliora la qualità delle immagini HD-MAC.

I blocchi di artefacts sono divenuti più rari e paiono correlati a zone di dettaglio molto elevato o ad aree uniformi in lento movimento. La riduzione può essere legata al miglioramento dovuto alla sorgente digitale Quadriga piuttosto che in formato analogico.

La risoluzione dinamica e la transizione tra la risoluzione statica e quella dinamica risultano migliorate.

L'uso della nuova enfasi E7E migliora in modo significativo le prestazioni globali dell'HD-MAC nei riguardi del rumore e non causa effetti negativi visibili sulla qualità dell'immagine.

A differenza delle precedenti prove, l'inserimento o meno della catena di trasmissione via satellite non causava significative variazioni nella qualità dell'immagine. Questo potrebbe derivare dal miglioramento della equalizzazione adattativa di canale nel ricevitore.

In aggiunta a queste osservazioni, il gruppo ha rilevato la buona qualità delle immagini ottenute per upconversione dal MAC convenzionale, previsto come «low anchor» per le valutazioni soggettive «formali». Ovviamente, pur essendo di buona qualità, tali immagini risultavano meno definite di quelle HD-MAC.

A2 Qualità dell'immagine MAC-compatibile

È stato eseguito il confronto diretto di tre sistemi a distanze di visione 4H e 6H, usando un unico monitore professionale con formato 4/3. Ogni segnale, a turno, era fatto transitare attraverso il simulatore del satellite con elevato CNR (rapporto C/N = 30 dB).

I sistemi erano: MAC convenzionale, PAL, e HD-MAC-compatibile (definito correntemente MAC-compatibile) visto attraverso un decoder MAC.

Il segnale originale video era un HDTV da Quadriga e veniva down-convertito a 625 righe con il taglio delle parti laterali dell'immagine, per ottenere il formato 4/3 adatto ai sistemi MAC e PAL.

Per il processo di generazione e per i limiti imposti dall'uso di un unico monitore, il riferimento MAC ed il MAC-compatibile avevano, all'origine, la stessa teorica risoluzione di 540 pixel per riga (720 pixel per riga a 16/9 corrispondono a 540 pixel per riga dopo la riduzione a 4/3 con taglio delle parti laterali della immagine), mentre il PAL aveva una risoluzione di 720 pixel per riga, poi ridotti dal processo di codifica PAL.

Tali scelte erano dovute al fatto che l'HD-MAC è definito in formato 16/9; inoltre i broadcasters MAC utilizzano preferibilmente il formato 16/9, mentre il PAL è definito per l'uso in formato 4/3.

Le osservazioni emerse dalle valutazioni soggettive expert sono le seguenti.

La compatibilità dei segnali HD-MAC, decodificati con un ricevitore commerciale MAC, era molto migliorata rispetto alle precedenti prove.

Il sistema MAC dava la migliore qualità di immagini fra i tre sistemi in esame.

Il sistema PAL, talvolta, dava risultati leggermente inferiori al sistema MAC, principalmente per i noti fenomeni di cross-luminance e cross-colour.

La qualità delle immagini MAC-compatibili era, in generale, leggermente inferiore al PAL.

L'effetto di «judder» (movimento a scatti dell'immagine nei movimenti rapidi), è stato pressoché eliminato.

La visione attraverso un collegamento via satellite con CNR di 15 dB rendeva le prestazioni dei tre sistemi molto più simili.

In effetti il sistema testato a Torino differiva da quello presentato in ETSI per la standardizzazione in quanto non era corredato della codifica di run-length della DATV (si veda il capitolo 2). Tale modifica non comporta alcuna variazione di qualità del segnale, riferendosi alla occupazione di canale della DATV.

B1 Degradamento in funzione del CNR (rapporto C/N) nella trasmissione via satellite

I parametri di modulazione adottati erano quelli BSS, in rispetto del piano WARC'77.

L'uso del sistema di preenfasi non lineare E7E ha migliorato le prestazioni al rumore di 2 o 3 dB rispetto alle prove precedenti.

Oltre a ciò, l'uso della preenfasi E7E ha il vantaggio di ridurre il valore picco a picco del segnale HD-MAC di banda base rispetto a quello dato dalla preenfasi E7. Per un determinato ripetitore di satellite e per un certo indice di modulazione, la deviazione FM può essere aumentata di 1,5 dB: ciò si traduce in una riduzione dello stesso valore per il CNR richiesto.

La soglia di percettibilità del rumore è stata valutata intorno a 22 dB, per distanza di visione 3H.

Le prestazioni al rumore proposte da Eureka 95, ai limiti della area di copertura, per l'1% del mese peggiore, sono di 15 dB di CNR (approssimativamente per il grado 4 di degradamento CCIR). Ciò sembra corrispondere alle prestazioni osservate e dovrà essere verificato dalle valutazioni soggettive formali.

La soglia FM era rilevabile a 11 dB di CNR per l'apparizione dei primi disturbi impulsivi (spikes).

La completa inefficienza del sistema avveniva in corrispondenza di un CNR di 3 dB quando cessava di funzionare la DATV, mentre il grado 1,5 di degradamento CCIR si raggiungeva tra gli 8 e 9 dB.

B2 Degradamento in funzione del CNR (rapporto C/N) nella trasmissione via cavo

La preenfasi E7E fu sviluppata per le trasmissioni via satellite, ciononostante, anche nel caso di trasmissione via cavo, dà un leggero miglioramento alle prestazioni di rumore.

Il rumore introdotto dal sistema in cavo appariva più piatto ed uniforme di quello introdotto dal sistema via satellite.

Alla soglia di percettibilità del rumore, il CNRo risultava di 50 dB; leggermente migliore rispetto alle prove precedenti.

CNRo è il valore di CNR riferito alla larghezza di banda di 1 MHz. Un valore di CNRo pari a 50 dB rispecchia le tipiche prestazioni di una moderna rete in cavo. Un CNRo di 50 dB corrisponde ad un CNR di 43 dB su 5 MHz di larghezza di banda, oppure a 40 dB su 10 MHz.

C1 Suscettibilità alle interferenze nella trasmissione via satellite

La prova è stata condotta con simulatore del satellite ad alto CNR; è stata considerata la sola interferenza HD-MAC su HD-MAC (caso peggiore).

Il segnale utile usava la preenfasi E7E, mentre il segnale interferente usava la preenfasi E7. Il gruppo di esperti ha ritenuto che i risultati fossero validi e conservativi, poiché la E7 era intesa come un'interferente più critico che non la E7E.

I segnali video utile ed interferente non erano correlati. La sequenza FLAG, ad alto dettaglio e movimento, era usata come interferente mentre per l'immagine utile erano usate l'immagine fissa BOATS o le barre di colore UER al 75%.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

— Interferenza co-canale (CCI): il rapporto di protezione utile/interferente al limite di percettibilità è risultato pari a circa 25 dB. Il valore rilevato era identico a quello delle precedenti prove.
— Interferenza da canale adiacente inferiore (LACI): il rapporto di protezione utile/interferente al limite di percettibilità è risultato intorno a 9 dB.
— Interferenza da canale adiacente superiore (UACI): in questo caso il rapporto di protezione è risultato di circa 10 dB.

In tutti i casi la suscettibilità alle interferenze tra sistemi HD-MAC era consistentemente inferiore rispetto a quella dei sistemi immaginati nel piano WARC '77; la catena completa prevedeva allora rapporti di protezione di 30 dB per interferenza co-anale e di 14 dB per interferenza da canale adiacente.

Prove supplementari con parametri FSS

Al termine delle prove congiunte UER-EUREKA è stato possibile effettuare, da parte RAI, alcune prove supplementari con il segnale HD-MAC, modificando parzialmente i parametri di trasmissione da BSS a FSS:

— Deviazione di frequenza dovuta al segnale video: 22 MHz/V.
— Larghezza di banda del canale RF, limitata dal filtro di ricezione: 36 MHz.
— Deviazione di frequenza dovuta al segnale di dispersione di energia: 0,6 MHz p-p; quest'ultimo parametro è stato conservato inalterato al valore previsto per BSS.
— Era inserita la preenfasi E7E.

In queste condizioni sono state effettuate le valutazioni soggettive «expert» per determinare prima la curva di degradamento dell'immagine HD-MAC in funzione del C/N, poi i rapporti di protezione con HD-MAC interferito da un altro HD-MAC.

La curva di degradamento è riportata in figura 12 mentre i rapporti di protezione ottenuti sono i seguenti:

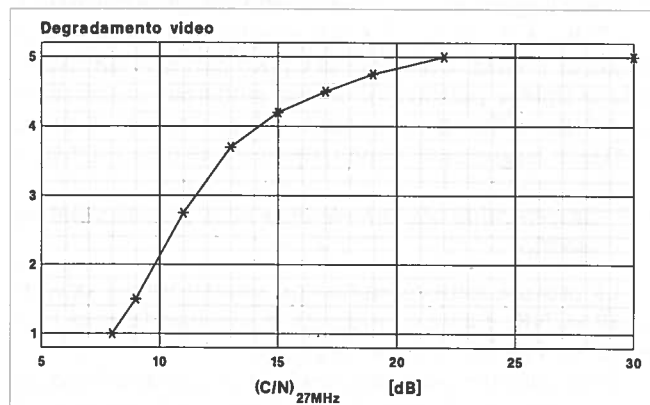



Fig. 12 — HD-MAC con parametri FSS: degradamento video in funzione del C/N in 27 MHz.

Interferente cocanale	CCI:	18 dB.
Interferente su canale adiacente inferiore	LACI:	12 dB.
Interferente su canale adiacente superiore	UACI:	17 dB.

La soglia FM era rilevabile a 13 dB di C/N (in 27 MHz) per la comparsa dei primi disturbi impulsivi (spikes). Si ricorda che il C/N in 36 MHz è di circa 1,2 dB minore del C/N in 27 MHz.

C2 Suscettibilità alle interferenze nella trasmissione via cavo

Sono state usate le stesse immagini già descritte per la prova via satellite: «BOATS» e le barre di colore UER al 75% per il canale utile, «FLAG» per il canale interferente.

Canale adiacente inferiore (LACI): il limite di percettibilità si aveva per un rapporto di protezione utile/interferente di −18 dB. La inserzione della preenfasi E7E mostrava un significativo miglioramento rispetto alle prove precedenti.

Canale adiacente superiore (UACI): il limite di percettibilità si aveva per un rapporto di protezione utile/interferente di −15 dB.

D1 Misure oggettive della risoluzione statica e dinamica

È stato utilizzato il segnale di banda base fornito da un generatore di zone plate Tektronix TGS1001. La interconnessione era diretta tra codificatore HD-MAC e decodificatore HD-MAC, senza catena di trasmissione interposta.

Sono state esaminate diverse configurazioni comprendenti i singoli rami a 20, 40, 80 ms.

Una serie di fotografie documenta i risultati rilevati sul monitore Sony 38" HDTV.

I risultati sono ancora in corso di elaborazione.

10. Conclusioni delle valutazioni soggettive expert

Le valutazioni expert che seguono dovranno essere integrate dalla serie completa delle valutazioni soggettive «formali».

La qualità dell'immagine HD-MAC ha avuto significativi miglioramenti rispetto alle prove precedenti. La qualità è ora vicina ai limiti fondamentali del sistema. Gli artefacts occasionali che ancora appaiono sono minori che in passato e, quando capitano, sono molto meno disturbanti.

Le sequenze di prova usate per le valutazioni soggettive «formali» della qualità HD-MAC (si veda la tabella 1) sono un poco più critiche di quelle utilizzate nelle prove di Berlino.

Il gruppo di esperti, sulla base della esperienza acquisita, giudica che i risultati delle valutazioni formali saranno buoni.

La qualità del segnale MAC-compatibile è stata certamente migliorata, ma è ancora indubbiamente peggiore di una trasmissione in MAC. Gli artefacts tendono ad essere mascherati dal rumore di sorgente o di trasmissione (che è il caso più frequente), ma, per immagini prive di rumore, la qualità MAC-compatibile sarà la stessa od anche un poco più peggiore di quella PAL.

Le caratteristiche di degrado per trasmisione via satellite (FM) hanno subìto un miglioramento. Ciò porterà ad una utile riduzione del diametro necessario per la parabola.

L'HD-MAC, trasmesso in modulazione di ampiezza a banda vestigiale (AM/VSB), è compatibile con le caratteristiche rappresentative dello stato dell'arte nelle reti via cavo europee.

In generale, il sistems HD-MAC aderisce plausibilmente alle richieste originali UER sulla qualità dell'immagine. Ciò sarà confermato dalle prove soggettive «formali».

Le prestazioni alle interferenze sono compatibili con quelle previste dal piano WARC '77. Le prove soggettive «formali» dovrebbero confermare che la copertura dell'HD-MAC, come ora proposta, non dovrebbe essere troppo diversa dall'attuale potenzialità di copertura del PAL e del MAC. I requisiti di compatibilità potrebbero non essere completamente raggiunti. Ciò sarà appurato dalle valutazioni soggettive «formali».

11. Valutazioni soggettive formali

Il sistema HD-MAC è un sistema a compressione che sfrutta le caratteristiche psicofisiche della visione umana; la qualità ottenibile dipende dal contenuto di immagine.

Come conseguenza, i metodi principali adottati per ottimizzare e valutare le prestazioni di un sistema a compressione sono basati sulle valutazioni soggettive.

In teoria, si dovrebbe proporre ad un grande numero di osservatori un'ampia selezione di materiale visivo trattato.

Nella pratica corrente, una scelta di sequenze di test, considerate rappresentative di programmazione normale e critica, viene valutato da un certo numero di osservatori non esperti.

Questa procedura pratica ha dimostrato di poter garantire un buon risultato.

È importante evidenziare che gli artifacts (rumore di quantizzazione, perdita di dettaglio, distorsioni), propri dei sistemi a riduzione di ridondanza, sono generalmente diversi da quelli che affliggono altri metodi di codifica del video, come ad esempio il PAL.

Le procedure per le valutazioni soggettive formali sono descritte nella Racc. CCIR 500-5.

Il metodo a doppio stimolo, scala di qualità continua, (DSCQS) è stato adottato per la valutazione della qualità dell'immagine HD-MAC e per la valutazione della qualità dell'immagine MAC-compatibile.

In ogni test sono presentate all'osservatore due versioni della stessa sequenza: A e B; una delle due versioni è la qualità di riferimento, l'altra può essere il segnale trattato o lo stesso riferimento, l'osservatore non conosce quale è il riferimento.

Le sequenze A e B vengono proposte in ogni test secondo lo schema: A, B, A, B; al termine viene chiesto all'osservatore di valutare la qualità delle due immagini, attribuendo a ciascuna un punteggio da 0 a 100.

La qualità relativa tra le due immagini viene definita dalla differenza tra il punteggio attribuito al riferimento di qualità e quello attribuito al segnale trattato: risultati positivi definiscono una qualità migliore per il riferimento che per il trattato, viceversa per i risultati negativi.

Ogni seduta di valutazioni soggettive comprende dai 20 ai 25 tests su diverse sequenze e trattamenti.

Il metodo a doppio stimolo, scala di degradamento CCIR, (DSIS) è stato usato per valutare il degradamento in funzione del rapporto C/N per trasmissione via satellite (test B1).

In ogni test sono presentate all'osservatore due versioni della stessa sequenza: A e B; A è sempre la qualità di riferimento, B è sempre il segnale trattato.

Viene presentata una volta la sequenza A, poi la B; al termine viene chiesto di valutare la qualità della sequenza B rispetto ad A, utilizzando la scala di degradamento CCIR.

Scala di degradamento a 5 livelli CCIR:

5 Impercettibile.
4 Percettibile ma non disturbante.
3 Leggermente disturbante.
2 Disturbante.
1 Molto disturbante.

Con tale scala il degradamento è tanto maggiore quanto più il voto risulta basso.

Ogni seduta di valutazioni soggettive comprende dai 20 ai 25 tests su diverse sequenze e trattamenti. Le sedute di valutazione soggettiva formali sono state eseguite presso il Centro Ricerche RAI e presso gli altri organismi che hanno collaborato: TVE Retevision (Spagna), IRT (Germania), BBC (Inghilterra), CCITT.

Sono disponibili al momento i soli risultati parziali ottenuti presso il Centro Ricerche RAI.

I risultati finali si otterranno dalla media globale che considererà i dati pervenuti da tutti gli organismi coinvolti.

12. Qualità dell'immagine HD-MAC. Esiti delle valutazioni soggettive formali

Sono esposti in figura 13 e tabella 5 i risultati relativi alla qualità dell'immagine HD-MAC: la qualità delle sin-

TABELLA 5

3H	REFERENCE		HD-MAC		UP-C. MAC	
GER	0	2	7	8	29	14
NL	2	3	12	12	22	16
TR	1	2	4	8	25	17
SKI	0	6	8	18	26	14
ARC	0	4	12	11	20	12
EST	0	3	12	7	23	17
TEN	2	6	6	8	30	23
SIN	2	6	15	13	8	10
KH	0	2	11	10	30	16
SAG	0	3	16	10	23	17
OLY	1	3	11	9	23	13
ALL	0,73		10,36		23,55	
	MEDIA	STD.DEV	MEDIA	STD.DEV	MEDIA	STD.DEV

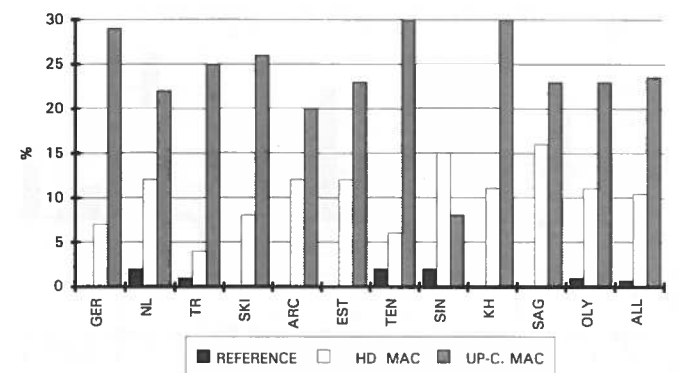



Fig. 13. — Qualità delle immagini HD-MAC; distanza delle osservazioni pari a 3H (tre volte l'altezza dello schermo di visione).

gole sequenze di test è risultata inferiore dal 4% al 15% rispetto al riferimento costituito da immagini originali HDTV. La qualità media su tutte le immagini è stata inferiore del 10,36% rispetto al riferimento, per cui il sistema HD-MAC può essere considerato trasparente alla HDTV.

13. Qualità delle immagini MAC compatibili. Esiti delle valutazioni soggettive formali

Il test forniva una comparazione tra i sistemi MAC, MAC-compatibile e PAL, assumendo come riferimento il sistema MAC.

In una prima serie di sedute soggettive il PAL risultava, per diverse delle sequenze di test, migliore del riferimento per un 5% circa. Poiché il risultato appariva con precedenti valutazioni soggettive, si è approfondita l'analisi.

La causa poteva essere attribuita al fatto che le sequenze decodificate PAL erano state registrate ad un livello di circa il 14% più alto; in più, le sequenze decodificate MAC e MAC-compatibile esibivano un piedestallo di circa 50 mV, che schiariva il livello dei neri. Si noti che esperienze precedenti dimostrano come, soggettivamente, immagini più contrastate appaiano più gradevoli di altre con maggior definizione, ma basso contrasto.

È stato rieditato il nastro della prova, correggendo accuratamente e nello stesso modo tutte le sequenze PAL, portando i livelli uguali a quelli del riferimento MAC.

Fig. 14. — Qualità delle immagini MAC Compatibile; distanza delle osservazioni pari a 4H (quattro volte l'altezza dello schermo di visione).

Fig. 15. — Qualità delle immagini HD-MAC; distanza delle osservazioni pari a 6H (sei volte l'altezza dello schermo di visione).

TABELLA 6

4H	REFERENCE		COMP. MAC		PAL	
SAG	1	2	29	9	23	10
OSE	1	0	13	11	-6	7
NL	1	0	15	14	13	19
HAM	0	1	9	5	5	9
R/J	1	0	17	14	25	19
KH	-1	1	22	17	9	18
EST	2	4	23	13	-5	14
FP	-1	2	29	14	28	9
SKI	0	1	8	8	27	7
ALL	0,44		18,33		13,22	
	MEDIA	STD.DEV	MEDIA	STD.DEV	MEDIA	STD.DEV

TABELLA 7

6H	REFERENCE		COMP. MAC		PAL	
SAG	4	8	20	14	18	10
OSE	-1	10	9	9	0	11
NL	4	6	8	15	3	13
HAM	1	5	7	8	4	16
R/J	2	4	10	12	20	16
KH	0	5	14	12	6	15
EST	1	7	11	11	-7	13
FP	1	5	19	13	25	22
SKI	0	6	6	13	5	11
ALL	1,33		11,56		8,22	
	MEDIA	STD.DEV	MEDIA	STD.DEV	MEDIA	STD.DEV

TABELLA 8

4H+6H	REFERENCE		COMP. MAC		PAL	
SAG	3	7	22	14	19	10
OSE	0	9	10	9	-2	10
NL	3	6	9	15	5	15
HAM	1	4	7	7	4	15
R/J	2	4	11	13	21	17
KH	0	5	15	13	7	16
EST	2	7	14	13	-7	13
FP	0	5	21	14	26	20
SKI	0	5	7	12	9	14
ALL	1,22		12,89		9,11	
	MEDIA	STD.DEV	MEDIA	STD.DEV	MEDIA	STD.DEV

Non è ovviamente stato possibile correggere il piedestallo dei segnali MAC e MAC-compatibile.

È stata condotta una seconda serie di prove soggettive, i cui risultati, relativi alla qualità dell'immagine MAC-compatibile, sono esposti nelle figure 14, 15 e 16 e nelle tabelle 6, 7 e 8.

A distanza di osservazione 4H, ancora due immagini

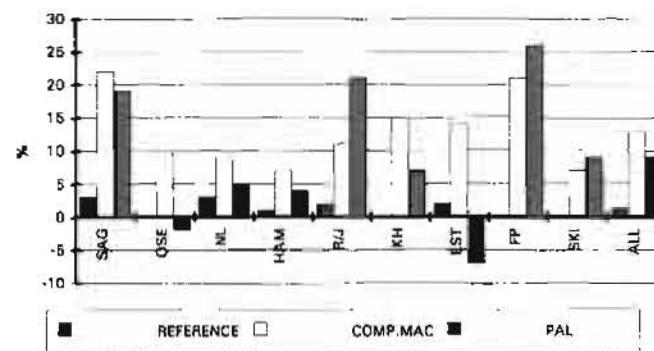



Fig. 16. — Qualità delle immagini HD-MAC; media delle osservazioni effettuate a distanza 4H e 6H (quattro e sei volte l'altezza dello schermo di visione).

(OSE, EST) risultano migliori del riferimento per un 5% circa; a distanza 6H, solo EST conserva un valore migliore del riferimento per un 5% circa. Tale situazione potrebbe essere imputata all'effetto del residuo di piedestallo.

A motivo della correzione di livello, la qualità media su tutte le sequenze PAL, riferita a quella MAC, ha perso circa il 5% rispetto alla prima serie di prove.

Mediando i risultati a distanza di osservazione 4H e 6H, la qualità media su tutte le sequenze PAL risulta del 9,11% inferiore a quella del MAC, mentre il MAC-compatibile fornisce prestazioni di qualità inferiori del 12,89% rispetto al MAC. Il valore ottenuto sulla media di tutte le sequenze PAL è in accordo con precedenti prove soggettive, che fornivano un valore del 10% circa.

A distanza di osservazione 6H, la qualità media su tutte le sequenze PAL risulta dell'8,22% inferiore a quella del MAC, mentre il MAC-compatibile fornisce prestazioni di qualità inferiori dell'11,56% rispetto al MAC.

La differenza tra la qualità delle immagini MAC-compatibili e quelle PAL va inserita nel contesto del metodo di valutazione adottato:

A) Dispersione dei risultati

Tenendo conto che il secondo nastro è stato accuratamente rivisto per eliminare qualunque differenza di guadagno tra i vari sistemi, le rimanenti dispersioni di risultato che si hanno avute nei diversi laboratori interessati (al momento sono solo disponibili i grafici della RAI), possono essere spiegate con una diversa suscettibilità al disturbo PAL degli osservatori di paesi con trasmissioni circolari PAL o SECAM; può anche essere che qualche instabilità dei risultati derivi da un riferimento non completamente privo di deterioramento.

B) Influenza della scelta delle sequenze di test

La valutazione di sistemi TV con processi di codifica piuttosto diversi richiede una scelta molto accurata delle sequenze di test, poiché essa dipende dalla criticità delle sequenze stesse. Una analisi dei risultati di queste prove di valutazione prova che la criticità delle sequenze nei riguardi dell'HD-MAC e del PAL è relativamente ben bilanciata. Ovviamente, come in ogni processo statistico, più alto è il numero di sequenze utilizzate, più alta è la accuratezza dei risultati. Cionostante un numero troppo alto di sequenze rende le sedute di valutazione troppo lunghe e poco pratiche da gestire; d'altra parte il numero di sequenze usato e la loro criticità debbono essere significativi.

C) Metodologia

A causa della differenza intrinseca del formato (4/3 e 16/9) tra i sistemi in comparazione, è stato scelto un nuovo approccio per la valutazione, diverso da quello usato a Berlino[2].

In tale prova il MAC di riferimento ed il MAC-compatibile avevano una risoluzione orizzontale ridotta a 540 pixel, corrispondente alla parte centrale, rimarginata a 4/3, di un segnale MAC formato 16/9, ma con un contenuto di immagine pari a quello del segnale PAL. Il risultato ha dato una qualità PAL più vicina al MAC di riferimento, più di quanto ci si sarebbe potuto aspettare dai precedenti test comparativi MAC/PAL.

D) Analisi della opzione alternativa

Se il test fosse stato condotto con un riferimento MAC migliore, a 720 pixel per riga, la valutazione del PAL sarebbe stata probabilmente più vicina ai risultati delle precedenti valutazioni, ma lo stesso spostamento sarebbe avvenuto per la valutazione del MAC-compatibile. La differenza relativa tra MAC-compatibile e PAL sarebbe stata equivalente. Il PAL ed il MAC-compatibile non potranno mai essere comparati con lo stesso numero di pixel per riga, perché, per definizione, essi sono disponibili in formati diversi: rispettivamente 4/3 e 16/9.

14. Qualità riferita al rapporto C/N per trasmissione via satellite. Esiti delle valutazioni soggettive formali

In figura 17 e tabella 9 sono esposti i risultati relativi al degradamento della qualità dell'immagine HD-MAC, dovuto al C/N introdotto da un collegamento via satellite.

Considerando un degradamento al grado 4 CCIR, percettibile ma non disturbante, la soglia di utilizzo risulta corrispondere a un C/N di 17 dB.

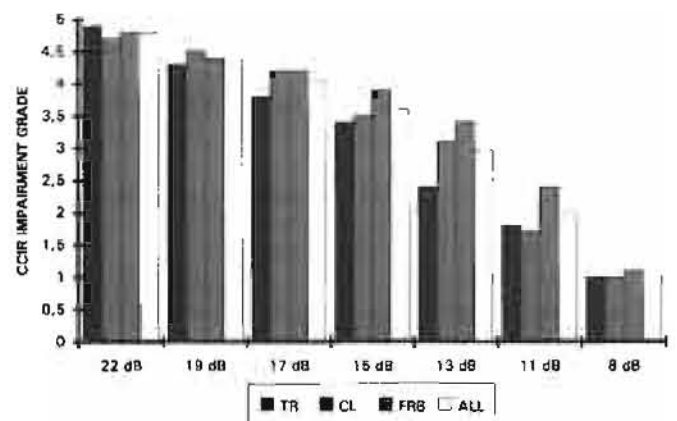



Fig. 17. — Comportamento del segnale HD-MAC (trasmissione da satellite) al variare del C/N).

TABELLA 9

3 H	22 dB	19 dB	17 dB	15 dB	13 dB	11 dB	8 dB
TR	4,9	4,3	3,8	3,4	2,4	1,8	1
CL	4,7	4,5	4,2	3,5	3,1	1,7	1
FRB	4,8	4,4	4,2	3,9	3,4	2,4	1,1
ALL	4,80	4,40	4,07	3,60	2,97	1,97	1,03

[2] A Berlino il sistema PAL e MAC furono comparati con circa lo stesso potenziale numero di 720 pixel per riga, il risultato fu una differenza di qualità di circa mezzo grado CCIR.

15. **Conclusioni generali**

La qualità dell'immagine HD-MAC risponde a ragionevoli aspettative di trasparenza ai segnali HDTV.

Le prestazioni al rumore per trasmissioni via satellite sono migliorate ed offrono aspettative di servizio sino a un rapporto C/N di 15-17 dB, in funzione del contenuto di immagine.

Nel contesto del metodo sperimentale usato la qualità del MAC-compatibile, pur essendo migliorata rispetto a precedenti test, risulta ancora leggermente inferiore a quella del PAL.

16. **Ringraziamenti**

Lo spirito di collaborazione instauratosi tra tutti i partner coinvolti nell'iniziativa, ha consentito la buona riuscita delle prove di qualificazione del sistema HD-MAC.

Gli autori desiderano ringraziare, per la cooperazione, lo staff tecnico di EU 95 e del Centro Ricerche RAI ed in particolare J. L. Tejerina che, per conto dell'UER, ha coordinato tutto il Gruppo di Lavoro.

SIMULAZIONE DI SISTEMI SCM PER LA DISTRIBUZIONE DI SEGNALI TELEVISIVI NUMERICI SU RETI OTTICHE PASSIVE

D. MILANESIO, V. SARDELLA*

SOMMARIO — Viene presentata una simulazione software di sistemi SCM (SubCarrier Multiplexing) con modulazioni numeriche delle sottoportanti (16-QAM e QPSK con e senza codifica convoluzionale) per la distribuzione di segnali televisivi (normali e ad alta definizione) su reti ottiche passive. L'analisi è basata sul pacchetto applicativo Topsim IV del Politecnico di Torino. Sono stati sviluppati nuovi moduli per la simulazione della curva Potenza-Corrente del laser, del collegamento ottico e del fotorivelatore. Alcune misure sperimentali sono servite per validare i modelli matematici. I risultati della simulazione, ottenuti per diversi numeri di canali trasmessi (5, 10, 20 o 40), sono presentati come variazione del tasso d'errore sul bit in funzione dell'attenuazione ottica tra trasmettitore e ricevitore e dell'indice di modulazione ottico. La flessibilità del pacchetto simulativo permette di simulare sia la singola rete ottica passiva che la stessa rete in cascata ad un collegamento via satellite, considerando il caso in cui i segnali televisivi sono ricevuti da un collegamento via satellite e successivamente distribuiti sulla rete ottica. Nelle diverse configurazioni della stazione di testa e per i diversi tipi di modulazione sono ricavati i bilanci di potenza e viene presentato un esempio di progetto di una rete ottica passiva con architettura FTTH (Fibre To The Home) per la distribuzione agli utenti di segnali televisivi numerici normali e ad alta definizione.

SUMMARY — ***Computer simulation of SCM systems for digital TV distribution on passive optical networks.*** *This article presents a computer simulation of SCM (SubCarrier Multiplexing) systems with digital modulation of the subcarriers (16-QAM and QPSK with or without convolutional encoding) for the distribution of digital TV signals (Standard or High Definition TV) on passive optical networks. The analysis is based on Topsim IV package. Some routines for the simulation of the laser P-I curve, of the optical link and of the photodetector have been developed. The results, obtained for different numbers of transmitted channels (5, 10, 20 or 40), are presented as variation of the bit error rate (BER) in the channel versus the link power budget and the optical modulation index (OMI). This allows the OMI optimisation at the transmitting side and an immediate network sizing in terms of reachable distances and number of users who could be served by a single laser. The simulation results have been verified by some laboratory measurements on a system with 5 channels and QPSK modulation. The flexibility of the simulation package allows to simulate both the single PON and the same network in cascade to a satellite link, taking into account the case in which the TV signals are received from a satellite link and then distributed on the PON. The power budgets in different configurations of the head-end are obtained, and an example of the design of a FTTH (Fibre To The Home) passive optical network for the distribution of digital HDTV and SDTV signals is given.*

1. Introduzione

Le reti di distribuzione ottiche di tipo passivo, chiamate normalmente reti ottiche passive o PON (Passive Optical Networks), sono da alcuni anni allo studio dei gestori delle reti di telecomunicazione in molti paesi. Fin dai primi anni '80 sono in corso, su queste reti, sperimentazioni che hanno ormai raggiunto lo stadio di prova in campo. L'obiettivo principale è quello di determinare la possibilità e la validità economica dell'impiego delle fibre ottiche nella parte finale della rete di telecomunicazione, chiamata rete di distribuzione, prima di tutto per i servizi a banda stretta, cioè quelli con capacità uguale od inferiore a 64 kbit/s. Le sperimentazioni riguardano però anche servizi a larga banda e di tipo diffusivo, con lo scopo sia di studiare i problemi tecnici relativi alla trasmissione di questi servizi, sia di acquisire nuovi elementi per valutare l'opportunità di portare le fibre ottiche, e tramite loro tutta una serie di nuovi servizi, agli utenti residenziali. In Italia sono attualmente in corso due sperimentazioni PON, a Roma e a Torino, promosse dalla SIP (Bibl. 1).

Una vantaggiosa soluzione per la realizzazione di architetture che utilizzino le fibre ottiche nella rete di distribuzione è rappresentata dalle reti ottiche passive. Esse hanno il grande vantaggio di dividere fra molti utenti il costo di parte della rete e delle interfacce ottiche di centrale. Altri vantaggi sono il fatto di utilizzare nei nodi della rete solamente elementi passivi (divisori di potenza ottici) e di permettere la coesistenza, tramite la multiplazione a lunghezza d'onda, di servizi di tipo interattivo e di tipo diffusivo. Le reti ottiche passive sono poi particolarmente adatte per la trasmissione punto-multipunto e la distribuzione dei se-

* Ing. Davide Milanesio in borsa di studio presso il Centro Ricerche RAI - Torino. Ing. Vincenzo Sardella del Centro Ricerche RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 21 febbraio 1994.

gnali televisivi, in cui un gran numero di utenti deve avere accesso contemporaneamente ad un elevato numero di canali.

In queste reti, per i servizi di tipo diffusivo, la tecnica SCM (SubCarrier Multiplexing) offre un modo economico e versatile per sfruttare al meglio i componenti ottici e la grande larghezza di banda offerta dalle fibre ottiche monomodali, utilizzando tradizionali componenti a radiofrequenza e microonde.

Sia la tecnica SCM che le reti ottiche passive si collocano in uno scenario evolutivo per quanto riguarda la qualità e la quantità dei segnali forniti all'utente e la possibilità di espansioni in termini di offerta di nuovi servizi e di dimensioni geografiche della rete.

I problemi tecnici relativi all'utilizzo della tecnica SCM per la distribuzione di segnali video sulle reti ottiche passive sono stati esaminati in un precedente articolo su questa rivista (Bibl. 2), a cui si rimanda per una dettagliata bibliografia. Nello stesso articolo sono anche presentati i risultati di alcune misure su sistemi sperimentali per la distribuzione di segnali HDTV (High Definition TeleVision) numerici.

Questo articolo presenta una simulazione software di sistemi SCM con modulazioni numeriche delle sottoportanti per la distribuzione di segnali televisivi (normali e ad alta definizione) su reti ottiche passive. L'analisi è basata sul pacchetto applicativo Topsim IV del Politecnico di Torino e tiene conto delle non linearità e delle sorgenti di rumore presenti nel sistema. Sono stati sviluppati nuovi moduli Topsim per la simulazione della curva Potenza-Corrente del laser, del collegamento ottico e del fotorivelatore. Il modello del laser è generale ed è adattabile facilmente a diversi tipi di laser perché considera gli effetti sia della tosatura del segnale dovuta alla soglia, sia della non linearità eventuale della curva Potenza-Corrente.

I risultati, ottenuti per diversi numeri di canali trasmessi (5, 10, 20 o 40), sono presentati come variazione del tasso d'errore sul bit in funzione dell'attenuazione ottica tra trasmettitore e ricevitore e dell'indice di modulazione ottico (OMI: Optical Modulation Index). Questo permette l'ottimizzazione dell'OMI dal lato trasmittente ed un immediato dimensionamento della rete in termini di distanze raggiungibili e numero di utenti che possono essere serviti da un solo laser.

I modelli matematici sono stati verificati da misure sperimentali su un sistema con 5 canali e modulazione QPSK (Quaternary Phase Shift Keying). È stato studiato il comportamento dei vari tipi di laser (DFB, Fabry-Perot) in presenza di modulazioni QPSK e 16-QAM (Quadrature Amplitude Modulation) delle sottoportanti, evidenziando la differenza di comportamento dei due tipi di modulazione nei riguardi delle non linearità presenti nel sistema.

La flessibilità del pacchetto simulativo permette di simulare sia la singola rete ottica passiva che la stessa rete in cascata ad un collegamento satellite, considerando il caso in cui i segnali televisivi sono ricevuti da un collegamento via satellite e successivamente distribuiti sulla rete ottica. Nelle diverse configurazioni della stazione di testa e per i diversi tipi di modulazione sono ricavati i bilanci di potenza e viene presentato un esempio di progetto di una rete ottica passiva con architettura FTTH (Fibre To The Home) per la distribuzione agli utenti di segnali televisivi numerici normali e ad alta definizione.

2. Il modello del collegamento ottico

Per valutare le prestazioni relative ad un sistema per la distribuzione di segnali televisivi numerici su rete ottica passiva è stato scelto lo strumento della simulazione al calcolatore mediante il pacchetto applicativo Topsim IV, affiancando a queste simulazioni opportune verifiche sperimentali di laboratorio allo scopo di valutare la bontà del modello simulativo ed affinarlo progressivamente.

Lo schema a blocchi del modello di rete ottica passiva utilizzato nelle simulazioni (vedi figura 1) può essere descritto in modo formale dal simulatore Topsim IV indicando le caratteristiche di ogni blocco ed i segnali d'ingresso e d'uscita.

Sono stati studiati i casi in cui le sottoportanti del multiplex SCM sono modulate da segnali QPSK che, essendo insensibili a fluttuazioni del livello di ampiezza, sono più resistenti alle non linearità, oppure 16-QAM, con migliore efficienza spettrale ma più sensibili alle distorsioni a causa della loro natura di modulazione mista di ampiezza e fase. Nel caso del QPSK è stato inserito nel modello anche un codificatore convoluzionale. I filtri in trasmissione e ricezione sono a coseno rialzato con roll-off 0,4 e coefficienti di ripartizione 0,5; sono rappresentati come filtri FIR (Finite Impulse Response).

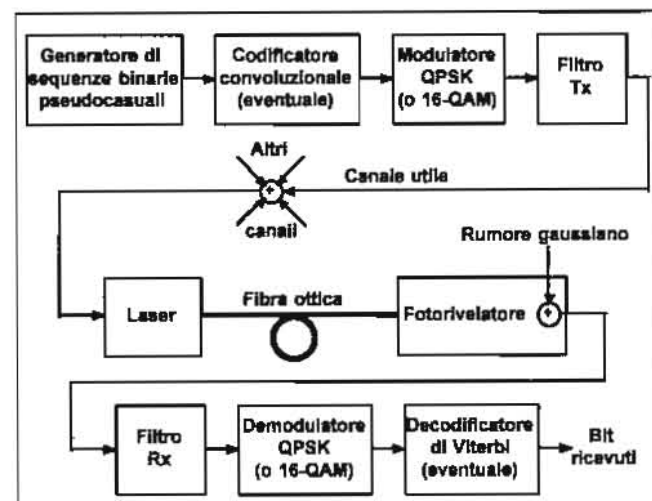



Fig. 1 - Schema a blocchi del modello del collegamento ottico implementato con Topsim IV.

Al segnale utile, su cui sono state effettuate le misure di tasso d'errore, sono stati sommati altri segnali in numero variabile da 5 a 40. Questi segnali sono stati ricavati dal segnale utile tramite opportuni ritardi e sfasamenti al fine di scorrelarli tra loro: in questo modo viene aggirato il problema della generazione di tante sequenze pseudocasuali diverse e si ha un risparmio nel tempo di elaborazione. Il modello della rete ottica tiene conto dell'attenuazione ottica tra trasmettitore e ricevitore e dei contributi di rumore introdotti dalla sorgente ottica e dal fotorivelatore (Bibl. 2).

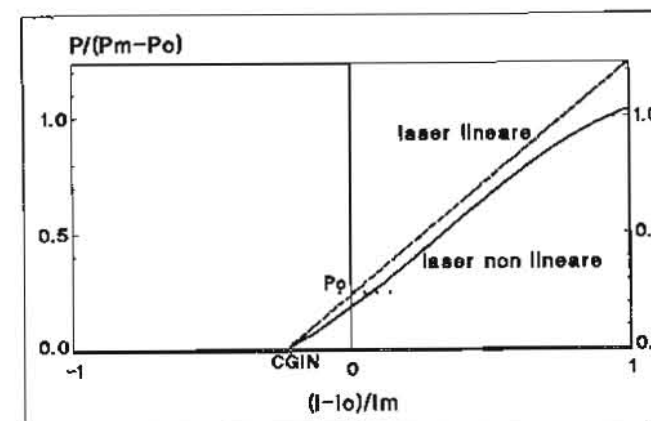



Fig. 2 - Caratteristica ingresso-uscita del laser. $P_0 = 1$ mW, $P_m = 6$ mW, $I_0 = 30{,}75$ mA, $I_m = 61{,}5$ mA.

3. Il modello del laser

Con riferimento alle specifiche di un laser DFB (Distributed FeedBack) ad alta linearità è stato costruito un nuovo modulo Topsim IV descrivendo una caratteristica Potenza ottica-Corrente elettrica come indicato nella figura 2 (curva tratteggiata).

Per valutare l'influenza sulle prestazioni di vari tipi di sorgente ottica, comprendendo anche dispositivi meno pregiati quali i laser Fabry-Perot o DFB non ad alta linearità, grazie alla versatilità del modulo Topsim IV realizzato, è stato costruito anche un modello di laser con tratto sopra soglia della caratteristica *P-I* non lineare (vedi figura 2, curva continua), secondo uno sviluppo in serie di potenze troncato al terz'ordine del tipo (Bibl. 3):

$$P(t) = k_1 I(t) - k_2 I^2(t) - k_3 I^3(t)$$

4. Verifiche sperimentali

La bontà del modello simulativo può essere apprezzata dal confronto delle prestazioni ricavate per simulazione con quelle misurate su di un sistema reale. A tale scopo è stato allestito in laboratorio un banco di misura, implementando un collegamento numerico in fibra ottica a 34 Mbit/s con modulazione QPSK senza codifica convoluzionale e multiplex SCM costituito da 5 canali, e su di esso sono state eseguite delle verifiche sperimentali. Lo schema è stato semplificato dal punto di vista hardware sostituendo ai 4 canali necessari per formare il multiplex altrettante portanti non modulate.

La frequenza centrale del segnale numerico QPSK è di 70 MHz, e le 4 portanti non modulate, aventi la stessa ampiezza di picco del segnale modulato, sono spaziate di 25 MHz, avendo frequenza centrale pari a 95, 120, 145 e 170 MHz rispettivamente.

La caratterizzazione degli apparati presenti nella catena di trasmissione costruita in laboratorio ha consentito di effettuare simulazioni al calcolatore su di un sistema analogo, permettendo un confronto tra i risultati sperimentali e quelli delle simulazioni.

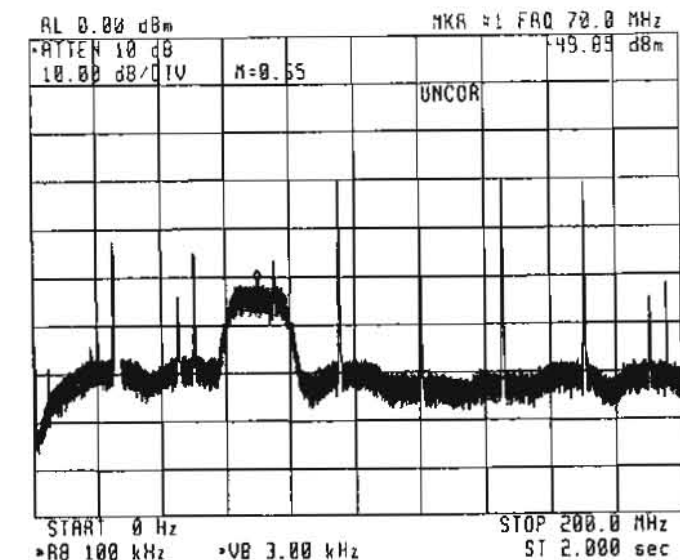



Fig. 3 — Spettro di potenza del segnale ricevuto relativo al sistema sperimentale realizzato in laboratorio.

Lo spettro di potenza del segnale complessivo all'uscita del fotorivelatore, ottenuto in laboratorio mediante l'analizzatore di spettro (vedi figura 3), evidenzia i prodotti d'intermodulazione dovuti alla tosatura di una porzione del segnale a causa della forma della caratteristica *P-I* del laser. I picchi più pronunciati sono posizionati a multipli di 25 MHz, che è la spaziatura in frequenza tra i canali; è inoltre visibile una componente continua non nulla. All'interno della banda occupata dal segnale numerico emergono poi due picchi interferenti (a 70 e 75 MHz) che, cadendo all'interno della banda del filtro di ricezione, sono responsabili del degradamento delle prestazioni. In figura 4 è riportato lo spettro ricavato per simulazione, in cui non è presente il contributo di rumore gaussiano introdotto dal collegamento ottico. L'assenza del rumore evidenzia, oltre ai picchi interferenti, anche la presenza di repliche del canale utile attorno a tali righe, determinate dai prodotti d'intermodulazione.

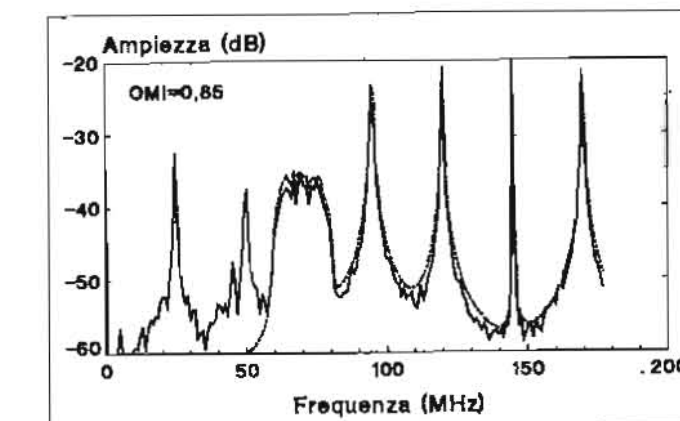



Fig. 4 — Spettri di potenza del segnale prima e dopo il laser ottenuti per simulazione.
— — —: spettro prima del laser; ———: spettro dopo il laser.

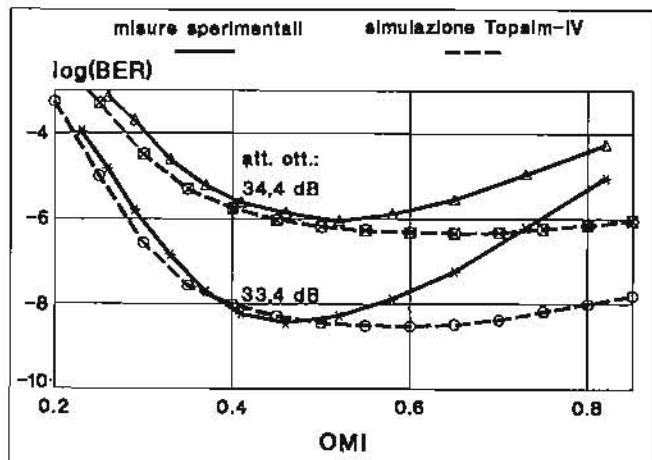
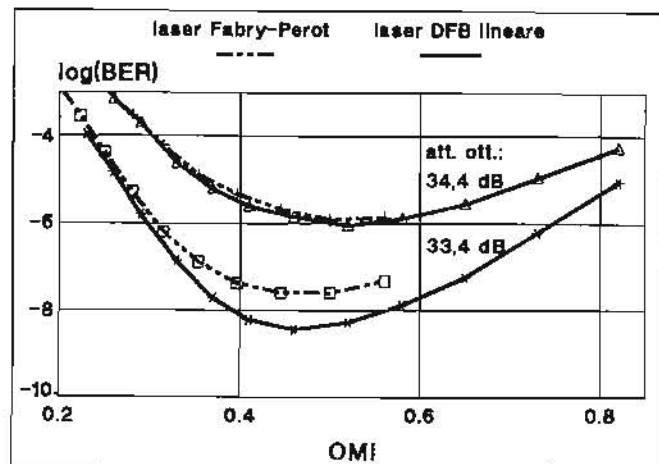



Fig. 5 — Tasso d'errore in funzione dell'indice di modulazione per canale: un canale QPSK + 4 portanti sinusoidali. Confronto tra simulazioni e verifiche sperimentali. Bit-rate: 34 Mbit/s. $P_0 = 1$ mW, M = 36, r = 0,7 A/W, T = 300 K, F = 11 dB, $R_1 = 22 \Omega$.

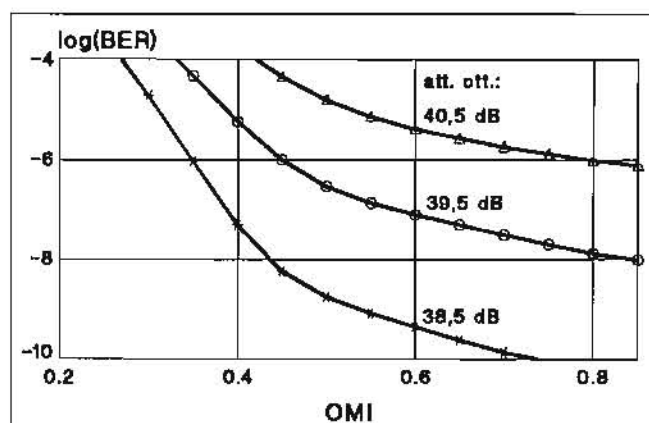
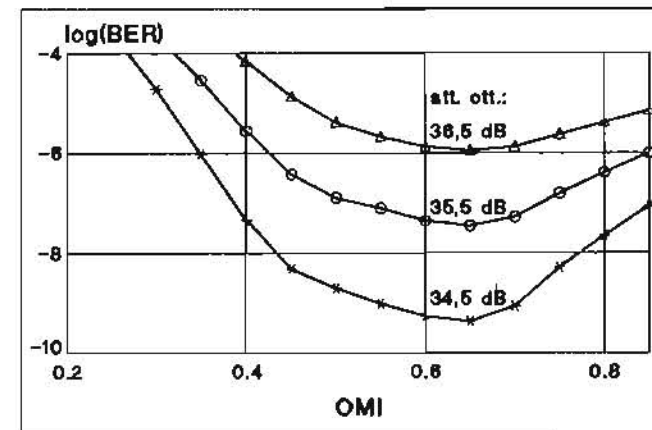
Nella figura 5 sono mostrati i risultati delle misure sperimentali, confrontati con quelli delle simulazioni, nelle quali si è tenuto conto anche della caratteristica reale del demodulatore in presenza di rumore gaussiano. I risultati sono presentati come variazione del BER (Bit Error Rate) in funzione dell'attenuazione ottica e dell'indice di modulazione ottico; i valori dei parametri del ricevitore sono riportati in didascalia (per la loro definizione in questa e nelle figure successive si veda la Bibliografia 2). Come si può vedere, fissato un valore di attenuazione ottica tra trasmettitore e ricevitore, le due curve sono in buon accordo fino ad indici di modulazione inferiori a circa 0,5; si ritiene che la differenza per valori più alti di OMI sia dovuta al comportamento non ideale del demodulatore QPSK in presenza di elevati prodotti d'intermodulazione. Entrambe le curve forniscono un'indicazione del valore di OMI al di là del quale non è opportuno spingersi, dal momento che l'aumento del rapporto segnale-rumore è controbilanciato dal degradamento introdotto dalle distorsioni e non c'è alcun miglioramento nelle prestazioni.

Laser DFB ad elevata linearità sono stati sviluppati appositamente per applicazioni di tipo CATV (CAble TeleVision). Tuttavia, per sistemi del tipo in esame, in cui è tollerata una certa sovramodulazione, a determinare il maggiore contributo alle distorsioni è la tosatura di una parte del segnale più che eventuali non linearità del tratto sopra soglia della caratteristica. Inoltre, il fatto di operare con bassi valori di C/N (10 ÷ 25 dB) rispetto a trasmissioni di tipo analogico fa sì che il rumore del laser influisca poco sul rumore dopo la fotorivelazione (Bibl. 4). Possiamo aspettarci quindi che sia possibile utilizzare per questi scopi anche sorgenti di costo minore, quali i laser Fabry-Perot, senza degradare eccessivamente le prestazioni: le simulazioni effettuate e le curve sperimentali della figura 6 confermano queste aspettative.

5. Simulazioni con segnali QPSK e 16-QAM

In questo capitolo sono presentati alcuni risultati delle simulazioni per un sistema di trasmissione su rete ottica con modulazione delle sottoportanti QPSK e 16-QAM. Il bit-rate considerato è di 45 Mbit/s. Il primo canale è a frequenza 70 MHz, e gli altri sono spaziati di 1,4 volte la velocità di simbolo, cioè 31,5 MHz per il QPSK e 15,75 MHz per il 16-QAM.

Le figure 7 e 8 mostrano i risultati, ottenuti mediante routine semi-analitiche per la valutazione della probabilità di errore, delle simulazioni relative alla trasmissione di 5 canali modulati rispettivamente QPSK e 16-QAM. Il modem è supposto ideale, il laser ha tratto sopra soglia lineare ed i valori considerati dei parametri del fotorivelatore e dell'amplificatore posto in cascata sono riportati nelle figure. Queste curve permettono di fissare un opportuno OMI e di ricavare il bilancio di potenza del collegamento.

Si può notare che:

• Il QPSK è più robusto alle non linearità, come testimoniato dal minore incurvamento dei grafici al crescere dell'indice di modulazione (e quindi della "tosatura" operata sul segnale).

• A parità di prestazioni, il 16-QAM necessita di una minore attenuazione ottica a causa del peggiore bilancio di potenza.

• Per contro, il 16-QAM presenta una migliore efficienza spettrale.

Nel caso del QPSK, è stata valutata anche l'influenza sulle prestazioni dell'introduzione di un codice convoluzionale di rate 1/2 utilizzando tecniche di conteggio per la valutazione del BER oppure un'approssimazione consistente nel misurare la potenza degli interferenti ed equipararla ad un contributo di rumore gaussiano. La presenza del codice causa un raddoppio dell'occupazione spettrale ed aumenta la complessità del ricevitore, ma permette un guadagno di circa 2,5 dB sull'attenuazione ottica tollerata a parità di BER (vedi figura 9) (Bibl. 5).

Sono state effettuate simulazioni relative a 5, 10, 20 e 40 canali. Nelle tabelle 1 e 2 sono riportate, per un bit rate di 45 Mbit/s e per diverse configurazioni della rete, l'occupazione spettrale del multiplex e l'attenuazione ottica necessaria per ottenere un BER di 10^{-4}.

I valori di attenuazione ottica sono stati ottenuti per interpolazione da curve simili a quelle delle figure 6 e 7 (Bibl. 6).

Alcuni casi (corrispondenti ai valori mancanti nella seconda tabella e a quelli tra parentesi nella prima) non sono stati presi in esame nelle simulazioni: nelle situazioni in cui non è possibile usare routine semi-analitiche per la valutazione della probabilità di errore al ricevitore (in particolare, in presenza del codice convoluzionale), la durata delle simulazioni (superiore a 10 ore di CPU per 5 canali ed a 30 ore per 10 canali su di un calcolatore Digital DEC-VAX 6000-530) diventa infatti troppo elevata (circa 100 ore per 20 canali e 300 ore per 40 canali).

Fig. 6 — Tasso d'errore in funzione dell'indice di modulazione per canale: un canale QPSK + 4 portanti sinusoidali. Confronto tra misure sperimentali nel caso di due tipi di laser. Bit-rate: 34 Mbit/s. $P_0 = 1$ mW, M = 36, r = 0,7 A/W, T = 300 K, F = 11 dB, $R_1 = 22 \Omega$.

Fig. 7 — Tasso d'errore in funzione dell'indice di modulazione per canale: 5 canali QPSK. Bit-rate: 45 Mbit/s. $P_0 = 1$ mW, M = 30, r = 0,7 A/W, T = 300 K, F = 4 dB, $R_1 = 50 \Omega$.

Fig. 8 — Tasso d'errore in funzione dell'indice di modulazione per canale: 5 canali 16-QAM. Bit-rate: 45 Mbit/s. $P_0 = 1$ mW, M = 30, r = 0,7 A/W, T = 300 K, F = 4 dB, $R_1 = 50 \Omega$.

Fig. 9 — Tasso d'errore in funzione dell'indice di modulazione per canale: 5 canali QPSK con codifica convoluzionale di rate 1/2. Bit-rate utile: 45 Mbit/s. $P_0 = 1$ mW, M = 30, r = 0,7 A/W, T = 300 K, F = 4 dB, $R_1 = 50 \Omega$.
———: simulazioni con metodo di conteggio; - - - -: approssimazione.

6. Sistema di trasmissione satellite + rete ottica

In questo capitolo viene analizzato il comportamento di un sistema ottenuto ponendo la rete di distribuzione in fibra ottica con architettura FTTH (Fibre To The Home) in cascata al collegamento via satellite, con l'obiettivo di far giungere all'utente un segnale televisivo di elevata qualità (Bibl. 7).

TABELLA 1

Schema di modulazione (45 Mbit/s)	Spaziatura	Occupazione spettrale 5 canali	10 canali	20 canali	40 canali
QPSK	31,5 MHz	157,5 MHz	315 MHz	630 MHz	1,26 GHz
QPSK cod. conv. 1/2	63 MHz	315 MHz	630 MHz	(1,26 GHz)	(2,52 GHz)
16-QAM	15,75 MHz	78,75 MHz	157,5 MHz	315 MHz	630 MHz

TABELLA 2

Schema di modulazione (45 Mbit/s)	Attenuazione ottica tollerata (BER = 10^{-4}) 5 canali	10 canali	20 canali	40 canali
QPSK	41,6 dB	39,4 dB	36,9 dB	33,7 dB
QPSK cod. conv. 1/2	43,9 dB	41,6 dB		
16-QAM	38 dB	35,5 dB	32,5 dB	28,8 dB

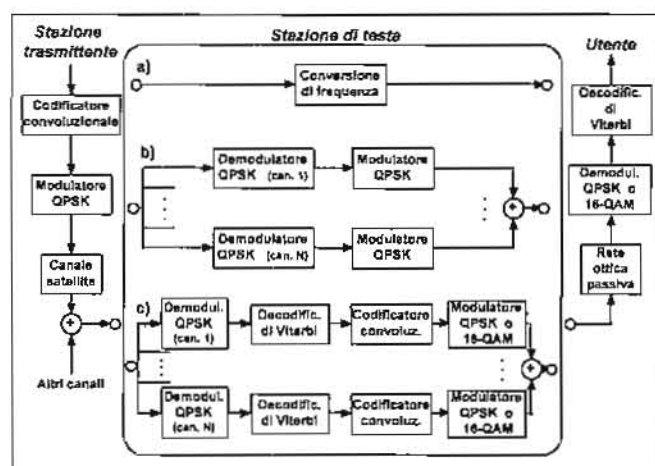



Fig. 10 — Rappresentazione schematica delle tre tipologie esaminate di stazione ricevente da satellite: a) trasparente; b) rigenerativa senza decodifica; c) rigenerativa con decodifica.

Il collegamento è costituito da:

1. *stazione remota*, che trasmette il segnale televisivo digitale verso il satellite;
2. *satellite*, nella cui tratta in discesa si sommano gli altri canali;
3. *stazione di testa* della rete ottica, che riceve il segnale da satellite e lo ritrasmette sulla rete ottica (in un caso più generale, ai segnali ricevuti ne possono essere affiancati altri generati in loco);
4. *rete ottica passiva*, con divisioni ottiche del segnale per servire i vari utenti;
5. *utenti*, il cui numero va dimensionato in funzione del bilancio di potenza che permette di garantire un'immagine di buona qualità.

Un elemento molto importante per la caratterizzazione dell'intero sistema è la stazione di testa della rete ottica, che ha il compito di interfacciare la trasmissione sui due mezzi trasmissivi (satellite e fibra ottica). È costituita da un ricevitore da satellite, che converte di frequenza il segnale ricevuto e lo ritrasmette sulla rete ottica inviandolo a modulare il laser. Quest'operazione può avvenire nei seguenti modi (vedi figura 10):

a) trasparente;
b) rigenerativo senza decodifica;
c) rigenerativo con decodifica.

nel caso *a)* il convertitore di frequenza opera sull'intero multiplex. La conversione di frequenza sui segnali ricevuti deve essere effettuata anche nei casi *b)* e *c)*, con la differenza che l'operazione (non indicata nello schema della figura) avviene separatamente sui diversi canali.

Nel caso *b)* il segnale viene demodulato e quindi subito ri-modulato; nel caso *c)* invece i bit di uscita del demodulatore vengono decodificati mediante l'algoritmo di Viterbi ottenendo i bit d'informazione, che sono quindi nuovamente codificati e modulati allo stesso modo di quanto avviene nella stazione di testa di una rete ottica a sé stante.

I vantaggi della tecnica rigenerativa, soprattutto del tipo con decodifica, sono numerosi. In particolare, si possono ottenere migliori prestazioni ed è possibile cambiare schema di modulazione e di codifica a livello di stazione di testa (ad es. QPSK codificato su satellite e 16-QAM sulla rete ottica in previsione di un'eventuale trasmissione su una rete in cavo coassiale, successiva alla rete in fibra all'interno di un condominio, in modo da adattare lo schema di modulazione al mezzo trasmissivo. Per contro, il principale svantaggio del ricevitore rigenerativo rispetto al trasparente è costituito dalla complessità della stazione di testa, tanto maggiore quanto più elevato è il numero di canali trasmessi, poiché si rende necessario l'uso di demodulatori e modulatori distinti per ogni canale.

Le prestazioni del sistema complessivo sono state valutate fissando in 1 dB (in corrispondenza di un BER di 10^{-4}) il peggioramento causato dalla rete ottica rispetto al solo collegamento via satellite e ricavando il valore di attenuazione ottica corrispondente.

A partire dai risultati delle simulazioni, allo stesso modo di quanto fatto nel caso della singola rete ottica, sono stati ricavati per interpolazione i valori di attenuazione ottica tollerata nei vari casi per garantire un BER al ricevitore di 10^{-4}, come indicato nella tabella 3 relativamente a due esempi di configurazione della rete.

Come si può vedere, l'impiego di un ricevitore rigenerativo con decodifica in questo caso particolare non permette di ottenere risultati migliori rispetto ad un ricevitore trasparente; tuttavia consente di trasmettere sulla rete ottica con modulazione 16-QAM non codificata, con un notevole risparmio di banda rispetto al QPSK codificato (l'occupazione spettrale si riduce a 1/4).

Il confronto tra i valori indicati in questa tabella con quelli corrispondenti relativi alla sola rete ottica permette di valutare la perdita introdotta dalla presenza del collegamento via satellite: questa, per BER = 10^{-4}, è superiore a 5 dB di attenuazione ottica nel caso di ricevitore trasparente, mentre è inferiore a 0,5 dB nel caso del ricevitore rigenerativo con decodifica.

7. Esempio di progetto di una rete di distribuzione

Dimensionare una rete ottica distributiva significa valutare il numero di utenti raggiungibili tenendo conto sia della qualità del servizio che si intende offrire sia delle caratteristiche dei dispositivi elettro-ottici disponibili: ciò si traduce nella costruzione, a partire dai valori di attenuazione ottica ricavati, di un'altra tabella che esprima il numero di utenti che possono essere serviti dalla stazione di testa nei vari casi esaminati.

TABELLA 3

Configurazione della rete (45 Mbit/s)	Attenuazione ottica tollerata (BER = 10^{-4})			
	5 canali	10 canali	20 canali	40 canali
sat. + f.o. (QPSK cod.); trasp.	38,5 dB	35,2 dB		
sat. (QPSK cod.) + f.o. (16-QAM); rigen.	37,7 dB	35,1 dB	32,1 dB	28,4

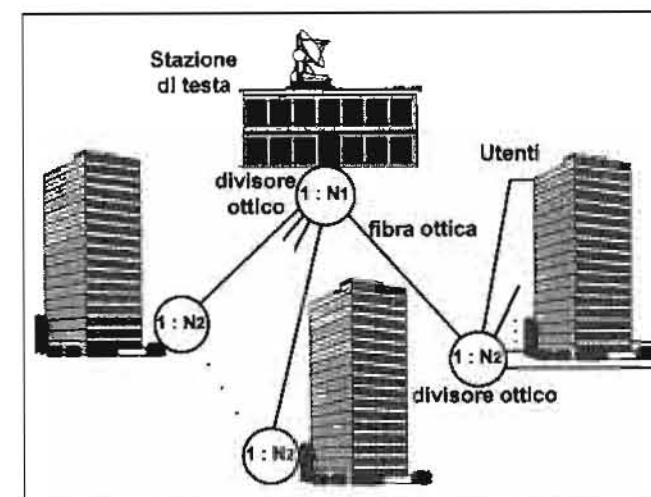



Fig. 11 — Esempio di topologia della rete di distribuzione in ambiente urbano.

Viene ora preso in considerazione un esempio di topologia della rete ottica distributiva, vale a dire una struttura ad albero con due livelli di divisione ottica, adatta ad essere implementata in ambiente urbano (vedi figura 11), in relazione alla quale viene calcolato il numero di utenti che possono essere serviti dalla stazione di testa garantendo un BER di 10^{-4}.

I contributi all'attenuazione ottica complessiva sono riassunti nella tabella 4, ipotizzando di lavorare ad una lunghezza d'onda di 1550 nm e che il collegamento ottico sia lungo 5 km.

TABELLA 4

Tipo di contributo	Attenuazione
Fibra ottica (5 km a 0,3 dB/km)	1,5 dB
8 connettori ottici (0,3 dB ognuno)	2,4 dB
perdite aggiuntive nei 2 divisori ottici	2 dB
divisioni di potenza	a_{div}
margine minimo di sicurezza	6 dB
Totale	a_{tot}

Il valore di a_{tot}, che rappresenta il bilancio di potenza disponibile, è indicato nelle tabelle precedenti. Da questo si può ricavare:

$$a_{div} = a_{tot} - 11,9 \text{ dB}$$

Le divisioni ottiche di potenza operate nei nodi di distribuzione sono ottenute mediante successive divisioni per 2 della potenza ottica d'ingresso. Di conseguenza, i valori N_1 ed N_2 che compaiono all'interno dei divisori ottici indicati nella figura 11 sono necessariamente delle potenze di 2. Tenendo conto che ogni divisione per 2 della potenza ottica determina una perdita di 3 dB, e definito per comodità il numero di utenti N_u come una potenza di 2, vale a dire $N_u = 2^k$, dove k è un numero intero, si ricava $k = a_{div}/3$, con a_{div} espresso in decibel.

I valori ottenuti per N_u per bit-rate di 45 Mbit/s sono riassunti nella tabella 5. A fianco di ogni valore è indicato tra parentesi il margine di attenuazione del collegamento (comprensivo dei 6 dB della tabella precedente). L'ulteriore margine deriva dal fatto che N_u è espresso come una potenza di 2 arrotondando il valore di k per difetto.

I risultati presentati sino ad ora si riferiscono alla trasmissione di segnali HDTV (High Definition TeleVision). Tuttavia vi è attualmente l'interesse all'impiego di modulazioni numeriche anche per la trasmissione di segnali di definizione standard, ottenuti riducendo il bit-rate con tecniche di compressione digitale. Per queste ragioni è stato preso in esame anche il caso della trasmissione di segnali numerici con bit-rate di 5 Mbit/s, rappresentativi di segnali SDTV (Standard Definition TeleVision) (Bibl. 8).

La trasmissione di questi segnali con tecnica SCM può avvenire in diversi modi, tra cui:

a) trasmissione sulle diverse sottoportanti di segnali con bit-rate 45 Mbit/s costituiti ognuno da una trama TDM di 9 segnali di 5 Mbit/s;
b) trasmissione su ogni sottoportante di un singolo segnale di 5 Mbit/s.

Nella soluzione *a)* viene garantita la compatibilità con la trasmissione di segnali HDTV; le prestazioni sono analoghe a quelle indicate nelle tabelle precedenti relativamente a segnali a 45 Mbit/s, moltiplicando però per 9 il numero di canali trasmessi.

Con riferimento alla soluzione *b)*, che ha il vantaggio di una minore complessità del ricevitore (che deve lavorare a bit-rate più basso), sono state effettuate simulazioni relative alla trasmissione su rete ottica passiva di 20 canali QPSK senza codifica convoluzionale: i risultati sono riportati nella tabella 6 confrontati con quelli relativi a segnali HDTV.

TABELLA 5

Configurazione della rete (45 Mbit/s)	Numero di utenti serviti (BER = 10^{-4})							
	5 canali		10 canali		20 canali		40 canali	
fibra ottica (QPSK)	512	(8,7 dB)	512	(6,5 dB)	256	(7 dB)	128	(6,8 dB)
fibra ottica (QPSK cod.)	1024	(8 dB)	512	(8,7 dB)				
fibra ottica (16-QAM)	256	(8,1 dB)	128	(8,6 dB)	64	(8,6 dB)	32	(7,9 dB)
sat. + f.o. (QPSK cod.); trasp.	256	(8,6 dB)	128	(8,3 dB)				
sat. (QPSK cod.) + f.o. (16-QAM); rigen.	256	(7,8 dB)	128	(8,2 dB)	64	(8,2 dB)	32	(7,5 dB)

TABELLA 6

	HDTV	SDTV
bit-rate	45 Mbit/s	5 Mbit/s
spaziatura in frequenza	31,5 MHz	3,5 MHz
banda occupata dal multiplex SCM	630 MHz	70 MHz
attenuazione per BER = 10^{-4}	36,9 dB	42,4 dB
numero di utenti serviti	256 (7 dB)	1024 (6,5 dB)

(tra parentesi: margine di attenuazione)

8. Conclusioni

È stata presentata una simulazione software di sistemi SCM con modulazioni numeriche delle sottoportanti (16-QAM e QPSK con e senza codifica convoluzionale) per la distribuzione di segnali televisivi numerici (normali e ad alta definizione) su reti ottiche passive. La flessibilità del pacchetto simulativo permette di simulare sia la singola rete ottica passiva che la stessa rete in cascata ad un collegamento satellite. I risultati presentati consentono un confronto tra diverse configurazioni e permettono un agevole dimensionamento della rete in funzione del numero di canali trasmessi, del tipo di modulazione e della configurazione del sistema. I bilanci di potenza ricavati sono stati utilizzati per un esempio di progetto di una rete di distribuzione in cui la fibra ottica raggiunge l'utente finale.

(4116)

BIBLIOGRAFIA

1. - AA.VV.: *Presentazione della sperimentazione PON di Torino.* "Quaderni CSELT" Giornata di studio - Torino, 12 ottobre 1993.
2. - V. Sardella: *Reti di distribuzione in fibra ottica in tecnica SCM per segnali HDTV numerici.* "Elettronica e Telecomunicazioni", n. 3, 1993, pag. 101.
3. - L. Gastaldi: *Effetti della non-linearità del laser in reti di distribuzione in fibra ottica per segnali HDTV numerici.* Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, Facoltà di Ingegneria, Dic. 1992.
4. - R. Olshansky, G. Joyce: *Compressed digital video for the subscriber loop.* "18th European Conference on Optical Communication, ECOC '92", Vol. 1, paper WeA11.4, pag. 581.
5. - M. Visintin: *Performance of QPSK with rate 1/2 and 3/4 convolutional codes on satellite channels.* RAI, Centro Ricerche, Technical Report n. 90/1/E, 1990.
6. - D. Milanesio: *Distribuzione su fibra ottica di segnali televisivi numerici ricevuti da satellite: simulazioni e verifiche sperimentali.* Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, Facoltà di Ingegneria, Dic. 1993.
7. - R. Boyer: *Digital broadcast satellite system.* "18th International Television Symposium, Cable TV Session". Montreux (Svizzera), Giu. 1993, pag. 265.
8. - AA.VV.: *Report to the European Launching Group on the prospects for digital terrestrial television.* "WGDTB 1063", Nov. 1992.

Ulteriori precisazioni sull'argomento possono essere trovate nell'articolo citato in Bibliografia 2.

EVOLUZIONE VERSO NUOVI SISTEMI DI TELEVISIONE A QUALITÀ MIGLIORATA

M. ARDITO*

SOMMARIO — Vengono discusse alcune delle problematiche legate alle prospettive di introdurre a breve termine sistemi televisivi con una qualità migliore dell'attuale. Le considerazioni svolte tengono conto dei risultati del seminario organizzato dall'ITU in Nuova Zelanda (3-5 Ottobre 1993), dei lavori della Commissione ITU 11 A (Ginevra, 18-21 Ottobre 1993) e delle varie discussioni avvenute in UER (Gruppo Specialistico V-EPS). Il seminario ITU sulle prospettive della televisione migliorata nel mondo è risultato un avvenimento importante in quanto è stata l'occasione per mettere a confronto strategie e punti di vista diversi.

*SUMMARY — **Evolution towards new enhanced quality television systems.** Some problems bound to the possibility of introducing at short-term television systems with a better quality than the present one are discussed. The consideration take into account the results of a workshop organised by the ITU in New Zealand (3-5 October 1993), of the works of ITU Working Party 11 A (Geneva, 18-21 October 1993) and of the various discussions inside the EBU (Specialist Group V-EPS). The ITU Workshop on enhanced television proved to be an important event, since it was the occasion to put face to face different strategies and viewpoints.*

1. Introduzione

Lo scenario mondiale della radiodiffusione è oggi caratterizzato da elevate dinamiche. Il denominatore comune, per lo meno nei paesi sviluppati, è rappresentato dalla stagnazione del mercato del televisore e la necessità da parte dell'industria del settore di rivitalizzarlo.

L'industria punta molto sull'introduzione del nuovo formato 16/9 e ciò avviene in un momento di crisi dell'intero settore del broadcast televisivo. Infatti, a fronte della frammentazione dell'offerta, vi è la necessità di dover disporre e quindi anche produrre un numero maggiore di programmi, pur disponendo di risorse economiche ridotte.

Se l'introduzione di sistemi a televisione migliorata dovesse comportare significativi investimenti in nuove tecnologie e quindi, nel breve termine, ridurre le risorse destinate alla produzione dei programmi, è molto probabile che, le speranze di successo sarebbero minime dati i problemi finanziari che in varia misura tutte le compagnie radiotelevisive si trovano oggi a fronteggiare. L'introduzione della televisione migliorata dovrebbe pertanto avvenire a costo zero (o quasi) a carico dei radiodiffusori.

Inoltre, per il successo di *qualsiasi* sistema di televisione migliorata è richiesto un salto qualitativo nella tecnologia dei display di caratteristiche «consumer», cosa che non è attualmente in vista. Le ricerche per uno schermo piatto ad alta risoluzione e soprattutto ad alto contrasto e luminosità non forniscono risultati che possano essere commercializzati a breve termine e il CRT (Cathode Ray Tube) rimane attualmente la sola tecnologia su cui fare affidamento. Purtroppo con il CRT, l'ingombro, il peso ed il costo del televisore aumentano eccessivamente insieme alle dimensioni dello schermo e pertanto, per l'introduzione del servizio, l'industria pare abbia abbandonato l'idea di commercializzare televisori di dimensioni superiori a 32 pollici e punti soprattutto sui televisori da 28 pollici.

Da una ricerca effettuata presso il Centro Ricerche RAI, di cui si parlerà successivamente, risulta che per apprezzare appieno i miglioramenti della qualità dell'immagine televisiva occorre aumentare le dimensioni dello schermo. Il rischio è che con schermi di 28 pollici non vi sia la possibilità di apprezzare appieno le differenze di qualità tra EDTV, HDTV e televisione convenzionale; se le differenze più evidenti dovessero essere nel prezzo dei televisori, piuttosto che nella qualità percepita dall'utente, è ipotizzabile un fallimento della strategia.

2. Situazione in Europa

2.1 IL PUNTO DI VISTA DELL'INDUSTRIA

Si ipotizza che le trasmissioni in PAL sia terrestri, che attraverso il satellite, sia nelle reti via cavo, continueranno almeno per i prossimi 25 anni. Pertanto, se si vuole introdurre un nuovo formato di immagine 16/9 occorre disporre di un sistema compatibile con il PAL. A tale sco-

* Maurizio Ardito del Centro Ricerche RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 18 gennaio 1994.

TABELLA 6

	HDTV	SDTV
bit-rate	45 Mbit/s	5 Mbit/s
spaziatura in frequenza	31,5 MHz	3,5 MHz
banda occupata dal multiplex SCM	630 MHz	70 MHz
attenuazione per BER = 10^{-4}	36,9 dB	42,4 dB
numero di utenti serviti	256 (7 dB)	1024 (6,5 dB)

(tra parentesi: margine di attenuazione)

8. Conclusioni

È stata presentata una simulazione software di sistemi SCM con modulazioni numeriche delle sottoportanti (16-QAM e QPSK con e senza codifica convoluzionale) per la distribuzione di segnali televisivi numerici (normali e ad alta definizione) su reti ottiche passive. La flessibilità del pacchetto simulativo permette di simulare sia la singola rete ottica passiva che la stessa rete in cascata ad un collegamento satellite. I risultati presentati consentono un confronto tra diverse configurazioni e permettono un agevole dimensionamento della rete in funzione del numero di canali trasmessi, del tipo di modulazione e della configurazione del sistema. I bilanci di potenza ricavati sono stati utilizzati per un esempio di progetto di una rete di distribuzione in cui la fibra ottica raggiunge l'utente finale.

(4116)

BIBLIOGRAFIA

1. - AA.VV.: *Presentazione della sperimentazione PON di Torino.* "Quaderni CSELT" Giornata di studio - Torino, 12 ottobre 1993.
2. - V. Sardella: *Reti di distribuzione in fibra ottica in tecnica SCM per segnali HDTV numerici.* "Elettronica e Telecomunicazioni", n. 3, 1993, pag. 101.
3. - L. Gastaldi: *Effetti della non-linearità del laser in reti di distribuzione in fibra ottica per segnali HDTV numerici.* Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, Facoltà di Ingegneria, Dic. 1992.
4. - R. Olshansky, G. Joyce: *Compressed digital video for the subscriber loop.* "18th European Conference on Optical Communication, ECOC '92", Vol. 1, paper WeA11.4, pag. 581.
5. - M. Visintin: *Performance of QPSK with rate 1/2 and 3/4 convolutional codes on satellite channels.* RAI, Centro Ricerche, Technical Report n. 90/1/E, 1990.
6. - D. Milanesio: *Distribuzione su fibra ottica di segnali televisivi numerici ricevuti da satellite: simulazioni e verifiche sperimentali.* Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, Facoltà di Ingegneria, Dic. 1993.
7. - R. Boyer: *Digital broadcast satellite system.* "18th International Television Symposium, Cable TV Session". Montreux (Svizzera), Giu. 1993, pag. 265.
8. - AA.VV.: *Report to the European Launching Group on the prospects for digital terrestrial television.* "WGDTB 1063", Nov. 1992.

Ulteriori precisazioni sull'argomento possono essere trovate nell'articolo citato in Bibliografia 2.

EVOLUZIONE VERSO NUOVI SISTEMI DI TELEVISIONE A QUALITÀ MIGLIORATA

M. ARDITO*

SOMMARIO — Vengono discusse alcune delle problematiche legate alle prospettive di introdurre a breve termine sistemi televisivi con una qualità migliore dell'attuale. Le considerazioni svolte tengono conto dei risultati del seminario organizzato dall'ITU in Nuova Zelanda (3-5 Ottobre 1993), dei lavori della Commissione ITU 11 A (Ginevra, 18-21 Ottobre 1993) e delle varie discussioni avvenute in UER (Gruppo Specialistico V-EPS). Il seminario ITU sulle prospettive della televisione migliorata nel mondo è risultato un avvenimento importante in quanto è stata l'occasione per mettere a confronto strategie e punti di vista diversi.

*SUMMARY — **Evolution towards new enhanced quality television systems.** Some problems bound to the possibility of introducing at short-term television systems with a better quality than the present one are discussed. The consideration take into account the results of a workshop organised by the ITU in New Zealand (3-5 October 1993), of the works of ITU Working Party 11 A (Geneva, 18-21 October 1993) and of the various discussions inside the EBU (Specialist Group V-EPS). The ITU Workshop on enhanced television proved to be an important event, since it was the occasion to put face to face different strategies and viewpoints.*

1. Introduzione

Lo scenario mondiale della radiodiffusione è oggi caratterizzato da elevate dinamiche. Il denominatore comune, per lo meno nei paesi sviluppati, è rappresentato dalla stagnazione del mercato del televisore e la necessità da parte dell'industria del settore di rivitalizzarlo.

L'industria punta molto sull'introduzione del nuovo formato 16/9 e ciò avviene in un momento di crisi dell'intero settore del broadcast televisivo. Infatti, a fronte della frammentazione dell'offerta, vi è la necessità di dover disporre e quindi anche produrre un numero maggiore di programmi, pur disponendo di risorse economiche ridotte.

Se l'introduzione di sistemi a televisione migliorata dovesse comportare significativi investimenti in nuove tecnologie e quindi, nel breve termine, ridurre le risorse destinate alla produzione dei programmi, è molto probabile che, le speranze di successo sarebbero minime dati i problemi finanziari che in varia misura tutte le compagnie radiotelevisive si trovano oggi a fronteggiare. L'introduzione della televisione migliorata dovrebbe pertanto avvenire a costo zero (o quasi) a carico dei radiodiffusori.

Inoltre, per il successo di *qualsiasi* sistema di televisione migliorata è richiesto un salto qualitativo nella tecnologia dei display di caratteristiche «consumer», cosa che non è attualmente in vista. Le ricerche per uno schermo piatto ad alta risoluzione e soprattutto ad alto contrasto e luminosità non forniscono risultati che possano essere commercializzati a breve termine e il CRT (Cathode Ray Tube) rimane attualmente la sola tecnologia su cui fare affidamento. Purtroppo con il CRT, l'ingombro, il peso ed il costo del televisore aumentano eccessivamente insieme alle dimensioni dello schermo e pertanto, per l'introduzione del servizio, l'industria pare abbia abbandonato l'idea di commercializzare televisori di dimensioni superiori a 32 pollici e punti soprattutto sui televisori da 28 pollici.

Da una ricerca effettuata presso il Centro Ricerche RAI, di cui si parlerà successivamente, risulta che per apprezzare appieno i miglioramenti della qualità dell'immagine televisiva occorre aumentare le dimensioni dello schermo. Il rischio è che con schermi di 28 pollici non vi sia la possibilità di apprezzare appieno le differenze di qualità tra EDTV, HDTV e televisione convenzionale; se le differenze più evidenti dovessero essere nel prezzo dei televisori, piuttosto che nella qualità percepita dall'utente, è ipotizzabile un fallimento della strategia.

2. Situazione in Europa

2.1 IL PUNTO DI VISTA DELL'INDUSTRIA

Si ipotizza che le trasmissioni in PAL sia terrestri, che attraverso il satellite, sia nelle reti via cavo, continueranno almeno per i prossimi 25 anni. Pertanto, se si vuole introdurre un nuovo formato di immagine 16/9 occorre disporre di un sistema compatibile con il PAL. A tale sco-

* Maurizio Ardito del Centro Ricerche RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 18 gennaio 1994.

po è stato sviluppato il sistema PALplus. Il sistema è stato messo a punto nell'ambito di un consorzio del quale fanno parte l'industria europea (Thomson, Philips, Grundig e Nokia) ed i broadcaster di lingua tedesca (tedeschi, svizzeri ed austriaci). In un secondo tempo si sono associati i broadcaster inglesi (BBC e privati) e, ultimamente, la Sony.

Il sistema prevede un processamento che consente una migliore separazione delle componenti di luminanza e di colore e la trasmissione in «letter box»; esso utilizza inoltre le righe attive nere non occupate dall'immagine per trasmettere un segnale ausiliario (detto Helper) che permette il ripristino di parte della risoluzione verticale nei nuovi televisori PALplus 16/9.

Per la produzione dei programmi è richiesto lo sviluppo di impianti in componenti.

2.2 Il punto di vista dei radiodiffusori

La ZDF, l'unica compagnia televisiva che a tutt'oggi si è dichiarata impegnata a trasmettere in PALplus, prevede di iniziare il servizio con Film e di attrezzare un pullman per riprese esterne in componenti. In questo modo la riconversione degli impianti in vista della prima fase delle trasmissioni richiede investimenti minimi. I successivi passi dipenderanno dalla penetrazione sul mercato dei nuovi televisori con formato di immagine 16/9.

I broadcaster inglesi, pur facendo parte del consorzio PALplus, hanno una posizione totalmente diversa. Essi sostengono che il pubblico inglese, a differenza di quanto avviene in altri paesi europei, non è abituato ad assistere a programmi televisivi presentati in «letter box». L'introduzione del PALplus, che comporta invece una visualizzazione nel formato «letter box» sul parco ricevitori a 4/3, potrebbe avere un impatto negativo su una parte degli ascoltatori, e quindi provocare una diminuzione di audience, magari limitata, ma comunque, in questa fase di forte competizione, assolutamente inaccettabile.

Per i suddetti motivi viene proposta una fase di transizione con l'adozione di un formato letter box in 14/9 (tale punto di vista è preso in considerazione anche dall'ABU - Asian Broadcasting Union). Questo formato di immagine dovrebbe «educare» il pubblico al «letter box» e quindi facilitare l'introduzione in un futuro non specificato del PALplus. Un'analisi del materiale di archivio avrebbe dimostrato che, a parte rare eccezioni, si può trasformare un segnale con formato di immagine in 4/3 in uno in 14/9, sostituendo parte dell'immagine originale con righe nere, senza perdere informazione essenziale. I broadcaster nordici sono contrari al PALplus, ufficialmente per il fatto che la trasmissione in «letter box» con helper impedisce l'utilizzazione di sottotitoli in chiaro; in realtà sono favorevoli ad un passaggio diretto al digitale.

I francesi, in difficoltà a causa del SECAM, non escludono, se il PALplus avesse successo, di introdurre in futuro un SECAMplus.

2.3 Il punto di vista dell'UER

I broadcaster pubblici europei sono disorientati. Hanno a disposizione per le trasmissioni via satellite due standard, tra loro compatibili, che permettono sia di migliorare la qualità rispetto al PAL (D2 MAC) sia di introdurre direttamente la televisione ad alta definizione (HDMAC) ma che non trovano interesse sul mercato. Televisori D2MAC sono disponibili ma a causa di mancanza di trasmissioni nel nuovo formato 16/9 hanno una penetrazione molto ridotta. La messa a punto dello standard PALplus è appena terminata che già si sta studiando il digitale. La domanda fondamentale che ci si pone, riguarda i tempi per l'introduzione di quest'ultima tecnologia. L'adozione di un nuovo standard di diffusione è costosa e comporta l'impegno di mantenere il servizio per molti anni. Se il digitale dovesse divenire una realtà entro il 2000, l'opportunità di investire in qualsivoglia standard intermedio dovrebbe essere soggetta ad un'analisi accurata.

3. Situazione in Giappone

3.1 Il punto di vista dell'industria

Anche l'industria giapponese ha il problema della saturazione del mercato del televisore.

La penetrazione nel mercato del sistema CLEARVISION 1 (consistente nel miglioramento della qualità attuato nei ricevitori NTSC convenzionale con formato di immagine 4/3) è stata praticamente nulla, nonostante che le più importanti stazioni televisive trasmettano dal 1989 quotidianamente per diverse ore in questo standard.

Anche il sistema MUSE impiegato per le trasmissioni HDTV via satellite non sta avendo successo.

Il numero di televisori MUSE (costo medio un milione di yen) usciti dalle fabbriche da gennaio a giugno 1993 (comprende quindi anche il numero dei TV non ancora venduti che giacciono nei negozi) è di 5300, mentre quello di TV 16/9 con risoluzione convenzionale è di 64.500.

Entro la fine dell'anno si prevede di aver venduto un totale di 200.000/300.000 unità in 16/9, mentre la vendita di televisori convenzionali è di oltre 8 milioni per anno.

L'industria, punta pertanto sull'introduzione di televisori a qualità migliorata operanti nel nuovo formato di immagine in 16/9 ma vuole evitare che la nuova soluzione tecnica subisca la stessa sorte del sistema CLEARVISION 1.

Il sistema CLEARVISION 2 ha un approccio simile al PALplus, cioè prevede una trasmissione in «letter box» 16/9, ma con una migliore risoluzione orizzontale e vertico-temporale. Per ottenere la massima qualità i programmi dovranno essere prodotti con sistemi a scansione progressiva (o down-convertiti da HDTV).

Si prevede che questo standard sarà introdotto a partire dal 1995.

3.2 Il punto di vista dei broadcaster privati

I privati che non hanno l'accesso al satellite sono favorevoli all'introduzione del sistema CLEARVISION 2. Gli altri si interrogano se sia il caso di introdurre un sistema che si collocherebbe in posizione intermedia tra TV convenzionale ed HDTV.

3.3 Il punto di vista dell'NHK

Anche se a tutt'oggi il sistema non ha avuto successo l'NHK continua a supportare, per il satellite, il sistema HDTV MUSE (per cui ha avuto un aumento di canone). Tale strategia permette di trasmettere su reti di terra segnali CLEARVISION 2 ottenendoli per down-conversion da quelli HDTV e quindi senza richiedere ulteriori investimenti in apparati di studio.

3.4 Evoluzione verso il digitale

Per il momento, almeno ufficialmente, non si prevede a tempi brevi l'utilizzazione di sistemi digitali per trasmissioni tramite reti di terra o via satellite. Le tecniche digitali sono invece prese in considerazione per le reti di distribuzione a larga banda.

4. Situazione negli USA

Lo sviluppo della televisione migliorata è iniziata negli USA con un certo ritardo rispetto ad altri paesi. Sono state prese in considerazione sia soluzioni analogiche sia soluzioni digitali. Dopo la prima fase di test (1991-1993) sono rimasti in ballottaggio solo quattro sistemi digitali.

Nel maggio 1993 è stata costituita la Grande Alleanza con lo scopo di incorporare in un solo sistema i benefici dei quattro sistemi superstiti. Lo standard definitivo è previsto per il 1995 e l'inizio del servizio per il 1997.

Lo standard sarà pesantemente influenzato dall'industria del computer in quanto si ritiene *inevitabile* per il futuro una convergenza tra televisione e computer. Ovviamente un sistema digitale non può essere compatibile con l'attuale parco ricevitori in NTSC e pertanto si prevede di lanciare il nuovo servizio operando per un certo numero di anni in simulcast (trasmissione parallela dello stesso programma nei due standard).

Negli USA *si esclude* di migliorare il sistema televisivo attraverso due successive tappe: iniziare con l'EDTV per passare all'HDTV in un secondo tempo. Si intende invece avviare subito il servizio HDTV e, solo se in seguito ci sarà una domanda di mercato di ricevitori a basso costo e di dimensioni ridotte, si prenderà in considerazione la commercializzazione di ricevitori EDTV.

5. Situazione ABU (Asian Pacific Broadcasting Union)

L'associazione comprende 40 stati con un totale di 3 miliardi di abitanti (due terzi della popolazione mondiale) e con enormi contrasti in termini di dimensioni, ricchezza e grado di sviluppo.

La maggior parte dei paesi utilizza il sistema PAL con eccezione del Giappone e della Corea che usano invece l'NTSC. Si passa da una penetrazione di 3 televisori per ogni 100 abitanti nel caso della Cina a quella di 60 televisori per 100 abitanti nel caso del Giappone. In queste condizioni non è possibile prevedere una strategia comune per l'introduzione della TV migliorata.

In ogni caso l'EDTV non può essere considerata una soluzione temporanea che verrà sostituita in qualche anno da un sistema migliore in quanto:

- anche in caso di successo i sistemi basati sulle nuove tecnologie hanno in genere una penetrazione lenta (5% dopo 5 anni);
- l'aspettativa di vita degli apparati moderni supera i 10 anni.

È evidente che la scelta di un sistema EDTV (analogico) è condizionata dai tempi di introduzione del digitale. Inoltre, a differenza del digitale che offre una serie di benefici, l'unico obiettivo dei sistemi attualmente proposti è rappresentato dall'introduzione del formato di immagine 16/9 in modo compatibile. Tuttavia per i nuovi tipi già esposti nei punti precedenti vi è il dubbio che un sistema che prevede la trasmissione in «letter box» possa essere considerato realmente compatibile. Per ridurre i possibili effetti negativi sull'audience consolidata, si potrebbe prendere in considerazione il formato di trasmissione 14/9 come già ventilato dai broadcaster inglesi: in altre parole, si vuole evitare di danneggiare l'audience consolidata per favorire una minoranza di osservatori dotati dei nuovi display 16/9 ad esclusivo vantaggio dei costruttori di televisori.

L'ABU lascia le opzioni aperte e intende verificare:

- la tempistica di introduzione delle varie opzioni;
- le implicazioni sulla produzione dei programmi;
- nel caso di HDTV, se la quantità di programmi prodotti sia sufficiente per il decollo del servizio;
- la compatibilità del costo dei ricevitori con la domanda di mercato.

Prima di giungere ad una raccomandazione si attendono dimostrazioni dei vari sistemi ed un consolidamento della situazione.

6. Posizione della CINA

Pur facendo parte dell'ABU, la Cina tiene una posizione leggermente defilata. Essa vede l'HDTV digitale come l'obiettivo da perseguire a lungo termine, sia per le reti di terra sia per le trasmissioni via cavo e via satellite. Come obiettivo a breve termine intende invece utilizzare le tecniche digitali per le trasmissioni via satellite al fine di aumentare il numero di canali per trasponder. Vengono anche presi in considerazione i sistemi per migliorare le trasmissioni PAL.

7. Implicazioni sulla produzione dei programmi

7.1 PALplus

Il PALplus è un sistema PAL-compatibile ai fini della trasmissione, ma richiede una tecnica di codifica differente (Motion Adaptive Color Plus e down-conversion da segnale 16/9 a «letter box», con inserzione del segnale helper).

Il modo migliore per produrre programmi da codificare in PALplus è quello di utilizzare impianti in compo-

nenti, possibilmente digitali, con segnali in formato 16/9; al fine di utilizzare lo standard 4:2:2 già esistente (il quale è previsto per il formato 4/3), l'UER suggerisce di anamorfizzare l'immagine (il che significa una riduzione nella risoluzione orizzontale), in quanto il PALplus non sarebbe comunque in grado di trasmettere una risoluzione superiore. Con l'uso dello standard digitale in componenti, la qualità viene mantenuta costante durante tutto il processo produttivo ed il segnale viene codificato solamente prima del trasmettitore. Tale opzione consente di utilizzare eventualmente il segnale anche per altri sistemi in componenti.

Il livello di qualità richiesto dal PALplus è quello corrispondente al 4:2:2 e quindi tutti gli apparati richiesti per la produzione sono oggi disponibili sul mercato. Le differenze rispetto ad una produzione convenzionale coinvolgono soltanto la gestione del nuovo formato di immagine.

La BBC sta sperimentando un sistema di produzione, denominato Extended-PAL, che consente di mantenere in produzione una qualità paragonabile a quella dello standard in componenti. Il sistema, basato sul principio di evitare la sovrapposizione delle energie spettrali di luminanza/crominanza, traslando oltre i limiti della banda base video le componenti a frequenza elevata della luminanza, è teoricamente compatibile con l'attuale PAL e pertanto permette di utilizzare gran parte degli impianti esistenti. Si osservi, tuttavia, che per non perdere i benefici del segnale Extendend-PAL, occorrerebbe mantenere per tutta la catena di produzione la larghezza di banda da esso richiesta (circa 8 MHz); in particolare, la videoregistrazione, dovrebbe essere effettuata esclusivamente tramite i VTR digitali (di tipo D3 o D2).

Il sistema ha alcuni punti deboli:
— ogni qualvolta il segnale viene utilizzato nella sua forma in componenti (effetti digitali, passaggio attraverso alcuni sincronizzatori, registratori di tipo Betacam, ecc.) occorre disporre di co-decodificatori esterni;
— il codificatore introduce un ritardo di otto righe e quindi può nascere la necessità di introdurre negli impianti numerose memorie di quadro per rifasare;
— le monitorie forniscono la qualità del segnale PAL compatibile e non la piena qualità.

L'UER ha deciso di allestire, non appena saranno disponibili i codec, una campagna di test per valutare l'incremento di qualità ottenibile con una trasmissione PALplus rispetto ad una normale trasmissione PAL. Se non ci fosse un salto di qualità significativo le prospettive di successo del sistema sarebbero in forse in quanto non sarebbe giustificata una differenza di prezzo dei ricevitori.

7.2 TV Digitale

La quasi totalità dei sistemi attualmente presi in considerazione per la trasmissione di segnali video digitali, si basa sulla DCT ibrida con compensazione del movimento. In base agli studi effettuati presso il Centro Ricerche RAI, emerge che l'efficienza di codifica aumenta fino a raddoppiare, nel caso si utilizzi per il segnale sorgente una scansione progressiva anziché interlacciata. Se tali risultati dovessero essere confermati, la scelta di partire da segnali progressivi, nel caso di trasmissioni digitali, sarebbe quasi obbligata, in quanto l'indiscutibile miglioramento della qualità soggettiva non sarebbe pagato con alcun aumento della capacità trasmissiva richiesta.

Naturalmente tale scelta avrebbe pesanti implicazioni sulla produzione dei programmi.

Infatti, in una fase in cui le opzioni sono già numerose, le risorse disponibili scarse e nel quale si è trovato faticosamente un accordo sullo standard digitale per la produzione (standard 4:2:2 almeno in Europa), considerare uno standard progressivo vorrebbe dire rimettere tutto in discussione, ritardare le scelte e mettere in forse eventuali investimenti già previsti. E ciò sarebbe osteggiato, fra l'altro, sia dall'industria professionale che ha investito in 4:2:2 sia da quella consumer che vuole vedere partire servizi di televisione migliorata in 16/9 il più presto possibile.

D'altra parte rinunciare ad un opzione che consente di migliorare sensibilmente la qualità dell'immagine all'utente senza aumentare il costo della trasmissione significherebbe perdere una buona occasione, trattandosi di sviluppare il sistema televisivo del futuro.

Il problema potrebbe trovare una soluzione se il nuovo sistema di codifica digitale di segnali progressivi potesse funzionare anche con segnali di ingresso interlacciati senza peraltro perdere in qualità. In tal caso si potrebbe iniziare con gli impianti di produzione in 4:2:2 e prevedere il passaggio al progressivo in un secondo tempo quando gli attuali impianti saranno ammortizzati e lo sviluppo tecnologico permetterà di avere apparati progressivi a costi accettabili.

Si sono pertanto effettuate prove per verificare l'efficienza di codifica dell'algoritmo nel caso il segnale di ingresso non sia un progressivo vero ma un progressivo ottenuto da un segnale de-interlacciato.

Dai risultati sino ad ora ottenuti si deduce che nel caso di segnali de-interlacciati, per alti fattori di compressione (quelli presi in considerazione per le trasmissioni digitalii) vi sarebbe comunque un beneficio.

Si stanno attentamente valutando le implicazioni sulla produzione. La memoria: «Wide-Aspect ratios and production» presentata al recente Workshop organizzato dall'ITU sulla TV a qualità migliorata, contiene un primo approfondimento del problema.

8. Criteri per la definizione dei parametri di un sistema di un TV a qualità migliorata

Gli studi effettuati in Giappone dall'NHK, che avevano portato alla formulazione delle specifiche di sistema per l'HDTV, si basavano su due presupposti:
— grande schermo;
— coinvolgimento dello spettatore.

Partendo da questi postulati si era ricavato sperimentalmente che la distanza ottimale di osservazione era pari a tre volte l'altezza dello schermo. Fissato questo parametro, era stato possibile stabilire tutti gli altri (risoluzione orizzontale, numero di righe, ecc.).

Nel corso degli anni e delle discussioni i due presupposti essenziali (grande schermo e coinvolgimento) sono stati entrambi persi mentre si è continuato a discutere sugli altri parametri come se fossero primari e non conseguenti. A causa delle difficoltà tecnologiche di produrre grandi schermi per HDTV a prezzi di prodotto «consumer», le considerazioni di base per l'HDTV sono state arbitrariamente estrapolate ed applicate a schermi di dimensioni ridotte. Nessuno, nel corso degli anni, ha preso l'iniziativa di verificare se tale estrapolazione fosse corretta.

Uno studio effettuato presso il Centro Ricerche RAI ha riaperto il problema.

Si è verificato che la distanza di visione non è una variabile indipendente ma è funzione di molti parametri tra i quali il più importante è la dimensione dello schermo.

Inoltre, specie con schermi di piccola dimensione lo spettatore è molto riluttante a farsi coinvolgere nello spettacolo che sta assistendo. Tale coinvolgimento emotivo è ipotizzabile nel caso di spettacolo cinematografico (schermo grande) tenendo conto del tempo ridotto di proiezione, è meno credibile nel caso di fruizione televisiva in condizioni di visione totalmente diverse da quelle di una sala cinematografica, specialmente se le dimensioni dello schermo sono ridotte.

Dallo studio della RAI, confermato successivamente da analoghi esperimenti svolti negli Stati Uniti, risulta che solamente per dimensioni di schermo molto grandi lo spettatore sceglie una distanza di visione vicina a tre volte l'altezza dell'immagine. Per schermi più piccoli la distanza, se scelta liberamente, tende ad aumentare e la maggior parte degli osservatori rifiuta decisamente una distanza di visione pari a tre volte l'altezza dello schermo.

Da questi dati, sempre tenendo conto del potere di risoluzione dell'occhio umano, si deduce in sostanza che il grado di miglioramento dell'immagine televisiva percepibile dall'utente è strettamente legato alle *dimensioni* dello schermo.

Tale concetto ha permesso di definire i vari livelli di qualità dei sistemi televisivi proposti ed ha costituito la base della nuova raccomandazione ITU: Relative Quality Requirements of Television Broadcast Systems.

In tale raccomandazione l'HDTV viene definita come il sistema che deve fornire la massima qualità per distanze di osservazione fino a tre volte l'altezza dello schermo (H), l'EDTV deve fornire la massima qualità per distanze fino a quattro volte, la TV convenzionale è stata dimensionata per distanze di visione di circa 6 volte e la TV a risoluzione ridotta deve fornire la massima qualità per distanze di osservazione superiori a 8 volte. Questo concetto deve essere integrato con la curva che fornisce la distanza preferita di visione in funzione delle dimensioni dello schermo. In pratica per fruire appieno di immagini HDTV occorrono schermi superiori a 100 pollici, l'EDTV deve poter essere apprezzata con schermi anche superiori a 50 pollici, mentre la LTV (Low Definition TV) è adatta a schermi piccoli di tipo «watchman» e fino a circa 10 pollici.

9. Conclusioni

L'industria del settore ha un forte bisogno di immettere sul mercato prodotti innovativi che incentivino la sostituzione del televisore con uno di modello più avanzato. Per questo motivo, punta all'introduzione del nuovo formato di immagine 16/9 e della televisione a qualità migliorata.

Purtroppo ciò avviene in concomitanza di un periodo storico caratterizzato da grossi problemi finanziari dei radiodiffusori che sono costretti ad affrontare una fase di grande concorrenza disponendo di risorse economiche ridotte. Qualsiasi sistema di televisione migliorata che necessitasse di investimenti sia nella fase di produzione dei programmi sia in quella di trasmissione senza la possibilità di recuperare gli investimenti in tempo breve, troverebbe quindi una serie di resistenze, anche perché gli incentivi predisposti dalla comunità europea per l'introduzione del nuovo formato di immagine, anche se non trascurabili, non sono eccessivamente generosi.

D'altra parte in assenza di programmi interessanti con qualità migliorata e di un adeguato numero di ore di trasmissione qualsiasi tentativo in materia sarebbe destinato a fallire.

Purtroppo mancano ricerche di mercato, almeno in Europa, tendenti a verificare, stante l'attuale tecnologia dei display, la risposta da parte del pubblico nei confronti dei sistemi proposti.

Il rischio è che i miglioramenti di qualità ottenibili, che comunque comportano tecniche di produzione diverse e quindi investimenti per l'adeguamento degli studi, non risultino sufficientemente apprezzabili da parte del pubblico e quindi non rappresentino un incentivo sufficiente per la sostituzione del ricevitore (come è accaduto in Giappone per i sistemi CLEARVISION 1 e MUSE).

Risulta pertanto estremamente importante l'approfondimento delle implicazioni tecniche ed economiche dell'introduzione dei nuovi sistemi, la valutazione del salto di qualità che essi offrono rispetto alla televisione convenzionale e l'individuazione di una strategia che consenta di iniziare una fase sperimentale a fronte di investimenti minimi.

(4130)

BIBLIOGRAFIA

1. - *Investigation on the preferred viewing distance for HDTV programmes*, (Italy) CCIR «Doc. WP11A/10», 14 Oct. 1991.
2. - *Investigation of the influence of display size on the preferred viewing distance for HDTV programmes (Italy)*, ITU «Doc. WP11A/36», 20 July 1993.
3. - *Relative quality requirements of television broadcasting systems*, ITU «Doc. WP11A/4», 19 Oct. 1993.
4. - M. Ardito: *Wide-Aspect Ratios and Production*, RAI Research Centre - ITU/BR Workshop on Enhanced Television.
5. - M. Ardito: *Setting up the screening room*, RAI Research Centre: - HDTV Dublin 1992.
6. - P. Gardiner: *Interim 14:9 strategy for the introduction of PALplus*, ITU/BR, «Workshop on enhanced Television» Auckland, New Zealand, 3-5 October 1993.
7. - F.W.P. Vreeswijk: *The PALplus motion adaptive Colour-Plus system*, ITU/BR, «Workshop on enhanced Television», Auckland, New Zealand, 3-5 October 1993.
8. - H. Tanimura: *The receiver industry perspective in Japan*, ITU/BR, «Workshop on enhanced Television», Auckland, New Zealand, 3-5 October 1993.

NOTIZIARIO

Da comunicazioni pervenute alla Redazione

UN PROCESSORE AUDIO MONOLITICO PER IL SOUND SURROUND — Il circuito integrato SGS-THOMSON Microelectronics TDA7344, progettato per la realizzazione di sistemi audio stereofonici di elevata qualità, incorpora la funzione «Sound Surround» che permette di migliorare l'ascolto riproducendo la sonorità tipica di un ambiente come una sala da concerti o una sala cinematografica. Il componente TDA7344, particolarmente adatto per la realizzazione di apparecchi televisivi, computer multimediali, autoradio e sistemi Hi-Fi, utilizza una matrice per la conversione del suono stereo convenzionale in «Sound Surround».

La matrice «Sound Surround» è una funzione complessa che usa dei traslatori di fase per creare tre diversi effetti: «musica», che simula l'ambiente di una sala di concerti; «cinema», adatto per il sonoro di film visti in TV; «stereo simulato», che converte il segnale sonoro mono in un segnale pseudo stereofonico. Un'apposita interfaccia per bus seriale permette di selezionare tra i differenti effetti.

Come gli altri componenti della famiglia TDA73XX, anche il processore audio TDA7344, integra i controlli di volume, tono, bilanciamento e fader. Il dispositivo contiene infatti due controlli di volume, regolabili in intervalli di 1,25dB; controlli di bassi e acuti regolabili in intervalli di 2dB e controlli per quattro attenuatori di altoparlanti, in intervalli di 1,25dB. Queste funzioni, come quelle di «Sound Surround», sono gestite tramite l'interfaccia seriale. Due degli attenuatori vengono utilizzati per il controllo di bilanciamento sulle uscite degli altoparlanti principali, gli altri due controllano le uscite ausiliarie per le cuffie. Esiste inoltre una funzione separata di «mute».

I processori audio integrati come il TDA7344 permettono, rispetto ai controlli tradizionali a potenziometro, di ridurre i costi complessivi di sistema, di aumentare l'affidabilità e di realizzare in maniera semplice funzioni di controllo remoto o di memorizzazione dei parametri di ascolto preferiti dall'utente. Inoltre l'integrazione della matrice «Sound Surround» e del processore audio danno la possibilità di risparmiare spazio sulla scheda a circuito stampato. Ciò è particolarmente interessante in tutte quelle applicazioni (come le autoradio) in cui vi è poco spazio a disposizione.

Lo sviluppo di nuove applicazioni è reso più semplice dalla disponibilità di una scheda per la valutazione e di un software interattivo per Personal Computer IBM o compatibili, che dà la possibilità di controllare in tempo reale tutte le funzioni del componente.

Il dispositivo TDA7344 è disponibile in due diversi contenitori: PQFP (Plastic Quad Flat Pack) a 44 piedini, per montaggio superficiale, e S-DIP 42 plastico dual in line «shrink» a 42 piedini.

(4123)

SUBFORNITURA CON ANALISI DEL VALORE E CONTROLLO QUALITÀ — L'assemblaggio, il montaggio, la pittura ed il cablaggio, d'insiemi elettronici ed elettromeccanici in lamiera sottile sono le attività principali della società francese TESMA (Z.I. Les Avants, 34270 St. Mathieu du Treviers - Francia).

Titolare della certificazione ISO 9002, TESMA produce, a livelli minimi di costo, prototipi in piccole o medie serie per l'informatica, l'elettronica, l'elettrotecnica oltre che per il settore medico ed odontotecnico. I suoi clienti sono per esempio, Alcatel Alsthom, De Dietrich, IBM, Merlin Gerin, Roche, Siemens Nixdorf, Thomson, ecc...

TESMA realizza prodotti finiti (analizzatori automatici del sangue, distributori automatici d'acqua refrigerata) utilizzando l'analisi del valore sia in fase di concezione che di produzione. Questo metodo ha consentito di ridurre del 10-20% il costo di realizzazione degli insiemi completi. Si raggiungono anche risparmi del 20-40% sulle previsioni di prezzi di prodotti nuovi.

Questi ottimi risultati sono dovuti all'analisi del valore ed al controllo qualità in ogni fase di produzione e alla consegna in sicurezza-qualità direttamente sulle linee di produzione dei committenti. La non-qualità è praticamente ridotta a zero mentre i costi di fabbricazione sono perfettamente controllati.

TESMA dispone di uno studio con ingegneri che possono lavorare in lingua francese, inglese e tedesca con programmi CAD-CAM che consentono di costruire dossier completi sulla base del capitolo dei clienti, e di programmare le macchine utensili a CN che possono recuperare i dati di produzione dei CAD dei clienti.

Il processo di produzione è altamente informatizzato con un'analisi del valore applicato ad ogni funzione di base. Grazie ad essa, è possibile realizzare l'aggiornamento continuo dei metodi di produzione ed effettuare il follow-up post produzione su ogni macchina di lavorazione a CN dell'officina integrata (punzonatrici-roditrici, presse piegatrici, macchine saldatrici) come pure dei reparti di verniciatura e di serigrafia.

(4124)

APPLESEARCH UN NUOVO SERVIZIO DI RICERCA E RECUPERO DELLE INFORMAZIONI — La Divisione Apple Business Systems di Apple Computer (in Italia: v. Milano 150, Cologno Monzese - MI) annuncia una nuova tecnologia rivolta a fornire agli utenti Macintosh® accesso agevole e personalizzato a testi non strutturati.

AppleSearch™ è progettato per trasformare documenti memorizzati su server in una libreria on-line, accessibile per contenuti dei documenti e consultabile per ottenere le informazioni desiderate in modo facile e veloce.

La nuova tecnologia riunisce funzionalità per la ricerca a pieno testo a uso bibliografico con la tradizionale facilità di utilizzo e amministrazione Apple, e utilizza un algoritmo di classificazione di rilevanza per presentare con priorità i documenti classificati come più importanti.

Secondo Morris Taradalsky, vice presidente e general manager della Divisione Apple Business Systems: «La gran parte delle informazioni di un'organizzazione non si trova tanto in database strutturati quanto in memorandum, lettere, rapporti, presentazioni e fax memorizzati sui file server. Prima di AppleSearch, per ottenere informazioni gli utenti dovevano scegliere tra strumenti di ricerca individuali scarsamente sofisticati o costosi e complessi sistemi dedicati alla ricerca e al retrieval. AppleSearch mette a disposizione di qualunque ambiente di rete potenti funzionalità di accesso ai dati in un modo utile per tutte le organizzazioni».

«Apple — ha proseguito Taradalsky — ritiene che AppleSearch avrà una grande diffusione su tutti i mercati, dalle aziende di Fortune 100 fino alle strutture scolastiche e istituzionali. La sua potenza e versatilità ne suggeriscono un grande successo nel corso di quest'anno e dei prossimi».

AppleSearch rappresenta un'evoluzione naturale del modello Apple di fornire funzionalità aggiuntive grazie a nuovi servizi di rete. AppleShare© è stato il primo passo in questa evoluzione, dando agli utenti l'accesso a informazioni condivise in condizioni di sicurezza, e oggi AppleSearch è un nuovo passo in avanti nell'offrire accesso intuitivo e personalizzato alle specifiche informazioni desiderate dall'utente.

A differenza della maggior parte delle tecnologie di ricerca e recupero delle informazioni oggi a disposizione, AppleSearch (che è un prodotto client/server) è progettato per fornire agli utenti non solo l'accesso ad hoc ma anche aggiornamenti su base definita dall'utente stesso, oraria, giornaliera o settimanale, fornendo i dati più recenti relativi agli argomenti di interesse. Ciò risulta particolarmente utile per gli utenti che accedono a fonti di informazione dinamiche, caratterizzate da frequenti aggiornamenti.

I documenti oggetto della ricerca non vengono alterati da AppleSearch, bensì memorizzati nel loro formato nativo e convertiti in testo per mezzo della tecnologia Apple XTND che consente all'utente di leggere il testo dei documenti pur non disponendo dell'applicazione che li ha creati. Anche quando gli utenti del server aggiungono, modificano o cancellano i documenti AppleSearch è in grado di individuare automaticamente le variazioni e, se richiesto, reindicizzare periodicamente i documenti oggetto della ricerca. La tecnologia XTND è disponibile sotto forma di moduli di conversione per tutti i più diffusi software di word processing.

Un utente di AppleSearch potrà sfruttare questa nuova tecnologia non solo con i documenti generati internamente alla propria organizzazione ma anche con altre fonti di informazioni, come volumi CD-ROM montati sul server, banche dati o altri servizi informativi esterni consultabili tramite il server AppleSearch.

Per esempio, Apple e McGraw-Hill stanno studiando le possibilità di fornire informazioni professionali e didattiche per via elettronica su una rete di campus universitario. Come riferisce Edward J. Heresniak, senior vice president per l'Information Management di McGraw-Hill, «ci sentiamo estremamente incoraggiati dall'annuncio di AppleSearch. Riteniamo che le caratteristiche di facilità di utilizzo dei sistemi Apple si riveleranno essenziali per diffondere le tecnologie elettroniche all'interno delle comunità non tecniche».

Apple fornisce il software client e server nonché kit di sviluppo software (SDK) per favorire la creazione di applicazioni a valore aggiunto che utilizzino la tecnologia AppleSearch. Gli SDK consentono agli sviluppatori di creare applicazioni capaci di trarre vantaggio dai programmi client AppleSearch e di utilizzare le potenti funzionalità di ricerca della parte server della nuova tecnologia.

Il software client AppleSearch funziona su qualunque personal computer Macintosh equipaggiato con System 7.0 o superiore. Il software server, invece, richiede un computer Macintosh Quadra, Macintosh Centris o i nuovi modelli 60, 80 e 95 della famiglia Workgroup Server Apple.

Gli utenti possono personalizzare il software client AppleSearch mediante le Application Programming Interface (API) per offrire applicazioni a valore aggiunto per la fornitura di informazioni.

Il software AppleSearch per server incorpora collaudate tecnologie di ricerca messe a punto da Personal Library Software. PLS, pioniere nel campo della gestione dei contenuti, commercializza da quasi un decennio software base per operatori sofisticati.

AppleSearch è disponibile in tutto il mondo presso i rivenditori autorizzati Apple.

(4127)

LINGUAGGIO GRAFICO DI TRATTAMENTO DEL SEGNALE — Su licenza del CNRS (Centre National de la Recerche Scientifique), la GRESILOG (Parc Technologique de Pré Milliet, 38330 Mont Bonnot - Francia) ha presentato nell'ottobre del 1993 la nuova versione 3.0 del programma MUSTIG, il suo linguaggio grafico interattivo per il trattamento dei segnali multi dimensionali.

Rispetto alle versioni precedenti, MUSTIG 3.0 consente la lettura virtuale di file provenienti da librerie e multilibrerie con un sistema totalmente trasparente che permette di caricare più librerie senza saturazione della memoria attiva.

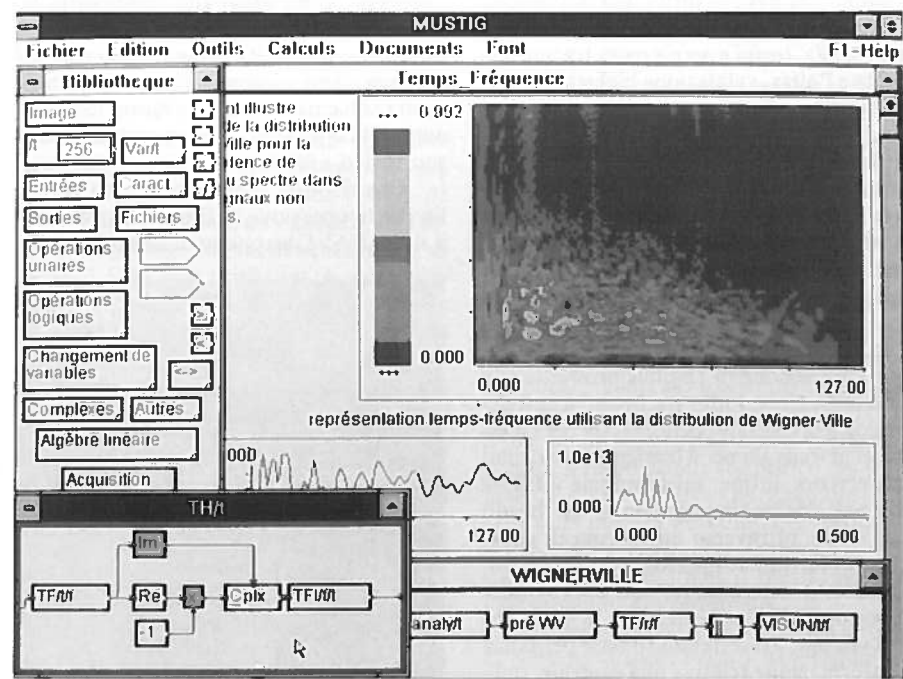
Ciascuna macro può essere protetta mediante parole chiave facilitando la creazione di nuove librerie da parte di terzi.

Utilizzando la scheda AU32, si può effettuare la compilazione diretta su Macintosh e PC/Windows. Il calcolatore genera direttamente il codice macchina riducendo di 20 volte il tempo necessario quando i diagrammi non possono essere vettorizzati.

In opzione, MUSTIG 3.0 genera il codice VHDL necessario alle applicazioni di CAD nel settore dell'elettronica.

A complemento delle due librerie già disponibili per il trattamento delle immagini (software SIMPA del CNRS) e per l'analisi spettrale avanzata, GRESILOG ha in programma biblioteche destinate alla sintesi dei filtri ed alla visualizzazione tridimensionale.

MUSTIG, dotata di una grafica a colori è totalmente compatibile con tutti i PC Macintosh, i PC in ambiente Windows 3.1, le stazioni di lavoro in ambiente OSF/Motif ed Open Look. GRESILOG sviluppa attualmente una versione parallela di MUSTIG per calcolatori a multiprocessori.

(4126)

DAL PARCHEGGIO AUTOMATICO ALL'AUTOBUS SCORTATO DAL SATELLITE — Trasporto collettivo, mobilità individuale, movimentazione delle merci, politica «attiva» dell'ambiente sono i grandi temi ai quali le tecnologie possono fornire un concreto ausilio per la gestione delle aree urbanizzate e dei sistemi di comunicazione. A questi temi Alcatel Italia dedica una serie di risposte di alto livello presentate nel corso di Europolis '94, la mostra specializzata in svolgimento presso il quartiere fieristico bolognese dal 10 al 13 febbraio.

Proprio a Bologna, sede della manifestazione, Alcatel Italia ha avviato, in collaborazione con la locale azienda di pubblico trasporto, ATC, uno dei più avanzati progetti su scala internazionale per il telecontrollo e la supervisione della rete dei mezzi pubblici di superficie.

Più di 300 autobus del capoluogo emiliano (e circa 900 a fine progetto) sono già stati dotati, o sono in corso di dotazione, della parte di bordo del sistema Alcatel Digibus che comprende un calcolatore con relative unità periferiche per la registrazione di tutti i dati utili: tempi e distanze di percorrenza, movimento dei passeggeri, convalida dei documenti di viaggio. Digibus provvede anche a segnalare emergenze, a raccogliere informazioni organizzative (per esempio identificando il conducente) e, nella versione predisposta per l'ATC bolognese, a dialogare con il sistema di posizionamento satellitare GPS così da rendere possibile l'identificazione esatta del punto in cui in ogni istante si trova ogni singolo veicolo.

Alcatel Digibus è composto da un apparato di terra, che provvede al consolidamento dei dati ricevuti e comprende la centrale di controllo, e da una unità di bordo, che viene attivata a inizio turno dal conducente e rileva tutti i dati di interesse operativo: salita e discesa viaggiatori, velocità media, tempi e percorrenza tra una fermata e l'altra, validazione biglietti e abbonamenti, orari. Il sistema può comprendere anche funzionalità di informazione audio-video ai passeggeri, dando, per esempio, comunicazione dell'avvicinarsi di una fermata secondo programma, e consente anche di far fronte a deviazioni programmate dalle percorrenze usuali, una possibilità quest'ultima di particolare interesse per servizi «personalizzati» su aree extraurbane e a bassa frequenza.

Una sezione di Digibus provvede alla comunicazione radio tra i conducenti dei veicoli e la centrale operativa, sia per i messaggi in fonia sia per il trasferimento di dati di servizio. Infine, un terminale GPS — Global Positioning System — di bordo provvede, attraverso un sistema di coordinate individuate interrogando una rete di satelliti, a determinare, con approssimazione di poche decine di metri, la posizione del veicolo. Trasferendo su base periodica l'informazione relativa alla centrale, quest'ultima può quindi avere sempre la situazione aggiornata della posizione di ogni singolo veicolo, stabilire misure alternative nel caso di guasti, ritardi, condizioni di carico particolare delle singole linee.

Le sempre più critiche condizioni del traffico urbano rendono di crescente interesse le soluzioni volte a razionalizzare la sosta delle auto attraverso la creazione di strutture di parcheggio che siano nello stesso tempo economiche da gestire ed efficienti nel funzionamento. Con questo obiettivo, Alcatel Italia ha sviluppato il sistema Digipark, che provvede alla automazione di tutte le funzioni, permettendo una gestione pienamente automatizzata anche di impianti di parcheggio di grande dimensione e con più ingressi/uscite.

Il sistema è governato da un personal computer cui sono collegate le diverse unità periferiche specializzate e si articola in una o più postazioni di ingresso/uscita, che permettono di rilevare i tempi di transito e, quindi, la durata della sosta del veicolo, di calcolare l'importo dovuto in corrispondenza anche di specifiche fasce orarie differenziate, tipologie di utenti (abbonati, casuali ecc.), di inviare informazione dello stato di occupazione. Parte del sistema sono anche le emittrici di biglietti e le casse automatiche, che permettono il pagamento in modi differenziati, dal contante alle carte prepagate a scalare, a carte magnetiche o a microprocessore.

L'automazione dei metodi di pagamento è uno degli strumenti identificati da Alcatel Italia per favorire forme di integrazione tariffaria di una pluralità di servizi legati alla mobilità in ambito urbano, dal trasporto su linee ferroviarie, automobilistiche e metropolitane, ai parcheggi.

Il controllo dell'autorizzazione all'accesso in aree riservate o a traffico limitato, l'informazione tempestiva sull'avvenuto passaggio di un convoglio ferroviario, la segnalazione del transito di un container caricato su un «TIR» presso un interporto, rappresentano esigenze diverse di un medesimo problema: come identificare in modo automatico un veicolo ed eventualmente il suo carico associato.

Una risposta viene ora da Alcatel Italia che in occasione di Europolis presenta il sistema AVI, acronimo di Identificazione Automatica dei Veicoli, sviluppato dalla statunitense Alcatel Amtech.

Basato sulla tecnologia del transponder passivo, l'AVI utilizza due dispositivi associati tra di loro: una parte fissa costituita da un'antenna direttiva, un trasmettitore, una unità di lettura e una di elaborazione, nonché una parte mobile costituita da una «targhetta» (Tag) applicata al veicolo e dotata dell'elettronica necessaria per colloquiare con il sistema di terra e permettere l'identificazione del veicolo in movimento.

Al passaggio del veicolo nel punto di lettura, la targhetta riceve il segnale in radiofrequenza emesso dall'antenna fissa e lo riflette parzialmente con modalità tali da comprendere il suo esclusivo codice di identificazione, che viene quindi «letto» dall'unità di lettura e trasformato in informazioni utili per un successivo trattamento.

Il sistema può essere configurato secondo le specifiche esigenze: l'emissione può avvenire tra i 2400 e i 2500 MHz, con una potenza di banda di 0,5 Watt e una lunghezza di banda di 250 KHz. In ricezione, la larghezza di banda è di 130 KHz. Poiché la frequenza di emissione può variare a passi di 1 MHz, è possibile disporre di più sistemi in uno spazio anche molto ridotto, permettendo per esempio di controllare più «porte» di un casello autostradale (anche per compiti di riscossione automatizzata di pedaggi), di un parcheggio, di accesso a un interporto, di un parco merci ferroviario.

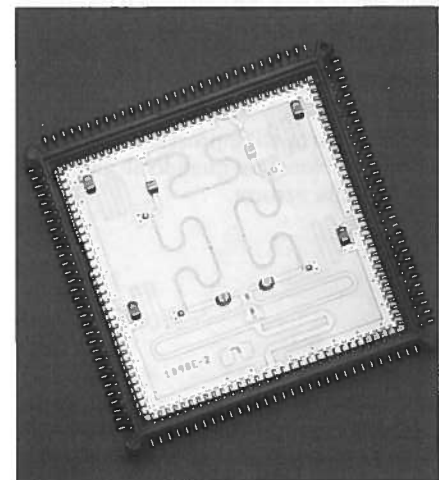
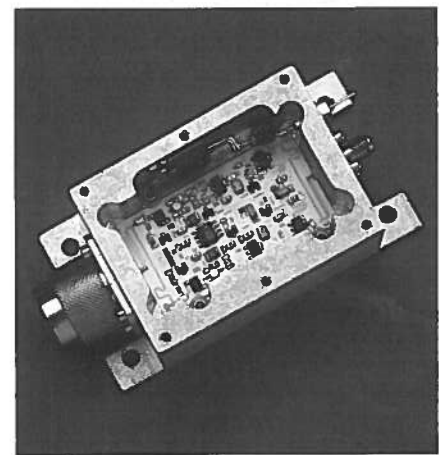
Dispositivi di questo genere possono a loro volta essere associati a sistemi complessi e sofisticati di tracking, così da consentire, per esempio, di seguire i diversi passaggi di un veicolo o di un carico merci qualsiasi su scala nazionale o internazionale, laddove nei punti di passaggio previsti siano presenti delle unità AVI collegate in rete.

Sempre ad Europolis, e questa volta in un contesto «attivo», vengono presentate alcune delle soluzioni Alcatel Italia per l'illuminazione stradale. Una selezione di armature è utilizzata per l'illuminazione dello stand, a dimostrazione delle caratteristiche di qualità illuminotecnica, flessibilità d'impiego e design. Queste doti sono espresse in particolare dalla serie Urbis 2000, la lampada italiana che recentemente ha ottenuto significativi riconoscimenti anche sui mercati internazionali. Particolarmente indicata per le esigenze di arredo urbano e per l'illuminazione di centri storici e zone pedonali, Urbis 2000 è realizzata con resine particolari colorate che ne assicurano la durata nel tempo e l'inalterabilità agli agenti atmosferici. Può essere installata a parete o a cimapalo, singolarmente o a gruppi, e può integrare anche elementi luminosi addizionali atti a richiamare l'attenzione su luoghi di particolare interesse o a indicare, attraverso una successione, percorsi preferenziali.

(4121)

PRODOTTI AT&T PER STAZIONI BASE GSM — AT&T Microelectronics ha espanso il proprio portafoglio di prodotti wireless con l'introduzione di due dispositivi ad alte prestazioni per la realizzazione di stazioni base GSM. L'amplificatore a basso rumore per GSM e l'attenuatore complesso vettoriale (CVA) ATT 1998E operano con grande stabilità, e con una limitata richiesta di raffreddamento, rispetto alle tecnologie sviluppate finora sul mercato.

L'amplificatore AT&T a basso rumore per GSM è basato su un amplificatore bilanciato progettato per funzionare con grande stabilità. Il sistema opera nel range di frequenza 890 - 915 MHz, con rumore eccezionalmente basso (1.3 dB come valore massimo, con un guadagno di segnale pari a 32 dB). La stabilità incondizionata dei dispositivi elimina oscillazioni, mentre la struttura fisica dei chip, basata su un film sottile di semiconduttore sovrapposto a una base di ceramica, offre temperature di giunzione molto basse, e conseguentemente alta affidabilità e lunga vita.

Il 1098CVA è un dispositivo a montaggio superficiale, utilizzato per realizzare i sistemi per la cancellazione dei segnali, inseriti come amplificatori del sistema di trasmissione nelle stazioni base. Questi sistemi operano sulla fase e sulla attenuazione relative ad un segnale, in modo da cancellare completamente altri segnali di ampiezza e fase arbitraria.

Funzionalmente equivalente alla combinazione di un elemento terminale sfasatore e di un attenuatore, il dispositivo 1098E può controllare sia la fase che la ampiezza di un segnale senza introdurre distorsione di intermodulazione, dispersione o variazioni nel ritardo di gruppo. Il dispositivo può commutare fase e attenuazione istantaneamente, senza una transizione continua e fornisce una trasflazione in fase illimitata. Tra le prestazioni tipiche possiamo citare perdite minime di 8,5 dB, un range di attenuazione di 16 dB e un rapporto di onda stazionaria (espresso in termini di tensione) VSWR pari a 1,15/1,0.

L'amplificazione e la linearità di fase sono tipicamente ±0,1 dB e ±0,5% rispetto alla banda e generalmente utilizzate per GSM e AMP.

(4125)

CENTRALI ELETTRICHE CON TURBINE A GAS — La Siemens/KWU ha presentato, in occasione della «Power-Gen '93 di Singapore», lo schema di una centrale elettrica di nuovo tipo, in grado, rispetto a quelle tradizionali, di sfruttare meglio l'energia fornita dal combustibile. Tra i vari prodotti esposti, è stato presentato anche un display che visualizza lo schema di una centrale elettrica a ciclo combinato (GUD). In questo tipo di centrali, i gas di scarico caldi (a 550 °C circa) in arrivo da una o più turbine a gas vengono utilizzati nelle caldaie a recupero di calore (collegate a valle) in modo da aumentare il vapore a disposizione e quindi alimentare un turboalternatore a vapore. Il rendimento globale della centrale supera il 50%, in quanto non occorre più utilizzare combustibile supplementare per generare vapore. Le centrali GUD si distinguono quindi per il rendimento elevato, il tasso d'inquinamento basso ed i costi d'investimento contenuti.

Centrali elettriche di questo tipo sono state già costruite dalla Siemens in diversi paesi. La centrale più grande (quella da 1350 MW, realizzata ad Ambarli, in Turchia) raggiunge un rendimento netto di oltre il 52%. La prima unità, comprendente due turbine a gas ed una turbina a vapore, è entrata in funzione nel 1988, la terza unità nel 1992.

La Siemens/KWU ha presentato a Singapore diversi componenti per centrali GUD, come ad esempio la turbina a gas con potenza nominale da 60 a 200 MW.

Sul display è stato rappresentato un bruciatore ibrido per dimostrare che l'inquinamento, prodotto dalla combustione ottenuta con questa tecnologia, è molto basso. Il bruciatore, impiegato in numerose centrali, consente di ridurre il No_x a soli 9 ppm, quando brucia gas naturale secondo il cosiddetto metodo «premix».

Tra queste nuove tecnologie, già in fase di dimostrazione, merita particolare menzione la centrale GUD a gasificazione di carbone. Le turbine a gas (nonché le centrali GUD), da quando funzionano solo con gas caldi esenti da polveri, devono utilizzare gas naturale e olio combustibile. La gasificazione ha consentito di impiegare il carbone come combustibile per centrali. La centrale GUD di Portollano, ordinata di recente dalla Spagna, riveste particolare importanza in quanto realizzata con questa nuova tecnologia; essa utilizzerà in un primo tempo il sistema di gasificazione PRENFLO, sviluppato da Krupp-Koppers e Siemens/KWU. Un modello di questo impianto e un bruciatore originale gas-carbone sono stati rappresentati sul display.

Un altro progetto interessante è quello di equipaggiare le centrali a vapore già esistenti con turbine a gas, in modo da ottenere cicli combinati a combustione totale o in parallelo. Nel ciclo combinato a combustione totale, i gas di scarico caldi in arrivo dalle turbine a gas vengono inviati alla centrale elettrica a vapore sotto forma di aria di combustione; ciò significa che la caldaia consuma meno combustibile per fornire la stessa potenza in uscita. Nel ciclo combinato in parallelo, i gas di scarico della turbina a gas vengono utilizzati per aumentare il vapore destinato alla turbina a vapore di una centrale a carbone. Uno di questi progetti, il più grande in tecnologia combinata (gas naturale e combustione e carbone) dal punto di vista economico ed ecologico, è l'unità 3 della centrale Franken II di Erlangen (Germania). Questa unità erogherà 750 MW, di cui 150 MW prodotti dal generatore a turbina a gas. Il consumo di combustibile della centrale sarà inferiore del 10% circa rispetto a quello di una centrale standard a carbone, mentre l'emissione di CO_2 sarà minore del 20%.

La Siemens ha presentato inoltre su display un computer diagnostico per turbine a gas ed un sistema di diagnosi per generatori di turbine a vapore, in grado di ottimizzare la gestione di centrali elettriche a combustibile fossile.

(4122)

ARTISOFT LANTASTIC FUNZIONA ANCHE SOTTOTERRA — Il 7 dicembre 1993, il progetto di isolamento spazio-temporale Underlab sostenuto da Maurizio Montalbini si è concluso. Alle 16,17, a un anno esatto dall'inizio dell'isolamento, il responsabile scientifico del progetto, il dottor Andrea Galvagno, ha digitato sulla tastiera del computer mediante il quale per tutto questo tempo ha comunicato con Montalbini il messaggio che l'esperimento era terminato.

In questo anno chiuso dentro la Grotta di Nerone, vicino a Pesaro, Montalbini ha comunicato con l'esterno unicamente gra-

zie alla rete LANtastic di Artisoft (Filiale italiana: v. G. da Udine 34 - MI), cui erano connessi i computer utilizzati dal sociologo e dall'équipe medico-scientifica esterna.

LANtastic 5.0 è il prodotto di punta dell'offerta Artisoft ed è la soluzione leader nel mercato delle reti locali peer-to-peer in ambiente DOS e Windows. LANtastic è un prodotto di networking potente, completo, facile da usare, operativo in ambienti DOS, Windows, OS/2, Novell NetWare, TCP/IP e Macintosh.

LANtastic, disponibile in lingua italiana, vanta 1,7 milioni di utenti in tutto il mondo, oltre 14.000 nodi installati in Italia e una quota intorno al 50% del mercato peer-to-peer globale.

La leadership di mercato, la disponibilità della versione in italiano, l'estrema facilità e semplicità d'uso — LANtastic non richiede né server dedicato né un amministratore di LAN — le prestazioni elevate sono le ragioni che hanno fatto cadere su LANtastic di Artisoft la scelta del team Underlab.

Progettato per uno studio scientifico sulle variazioni psicofisiche dell'organismo umano in condizioni di completo isolamento spazio-temporale, il laboratorio Underlab ricrea condizioni di vita simili a quelle che l'uomo potrebbe avere all'interno di una base spaziale, con l'obiettivo di determinare i requisiti necessari alla costituzione di un equipaggio idoneo a sostenere lunghe missioni nello spazio.

Fondata nel 1982, Artisoft sviluppa e produce una linea completa di prodotti hardware e software per la comunicazione di rete innovativi ed efficienti. Prodotto di punta dell'offerta è il sistema operativo di rete LANtastic. Leader riconosciuto nel settore del networking peer-to-peer per gli ambienti DOS e Windows, LANtastic offre anche soluzioni di connettività multipiattaforma per NetWare, Macintosh e TCP/IP.

(4128)

UN NUOVO ANTIFURTO PER AUTOVETTURE — Il numero delle auto rubate è in continuo aumento in tutto il mondo: per questo motivo sia le compagnie di assicurazione che i proprietari di autovetture stanno cercando nuovi modi per impedire i furti. Uno dei sistemi più innovativi e più efficienti è quello «per l'immobilizzazione del veicolo» proposto da Texas Instruments, che impedisce l'accensione del motore in assenza di un transponder a radiofrequenza per l'identificazione (RFID, radio frequency identification) TIRIS nella chiave della vettura. Questo sistema, assolutamente «trasparente» per il guidatore e a prova di manomissione, può far parte della dotazione standard della vettura o può essere installato a posteriori.

La tecnologia TIRIS (Texas Instruments Registration and Identification System, sistemi per la registrazione e l'identificazione di Texas Instruments) permette di creare un «collegamento elettronico» tra la chiave e il sistema di accensione della vettura. Alla base della tecnologia vi è un piccolo dispositivo elettronico, denominato transponder, inserito in ogni chiave. Il transponder contiene un codice di identificazione unico ed inalterabile, che corrisponde ad una determinata autovettura.

Tutte le volte che la chiave viene utilizzata per attivare il sistema di accensione, il movimento attiva un interruttore ausiliario di accensione. Questo a sua volta attiva un lettore a radiofrequenza ubicato nel piantone dello sterzo. Il lettore consiste di una piccola antenna, integrata nel piantone dello sterzo, e di un transricevitore, elettricamente collegato ad un modulo per il controllo elettronico (ECU, Electronic Control Unit) nel motore della vettura. Il modulo ECU è il cuore delle funzioni della macchina, poiché controlla l'accensione e i circuiti di alimentazione del carburante.

Quando viene inserita la chiave nel blocco di accensione e viene attivato il lettore, vengono inviati degli impulsi, tramite l'antenna, al transponder presente nella chiave.

Questi impulsi, ricevuti direttamente dalla piccola antenna del transponder, sono sufficienti per caricare il condensatore del transponder, che ritrasmette al lettore il suo codice di identificazione.

Il codice viene inviato al modulo di controllo, che lo confronta con il codice contenuto nella sua memoria. Se vi è uguaglianza tra i due codici, il modulo di controllo attiva l'unità ECU o i relé per l'alimentazione del carburante.

Se i codici sono diversi, viene attivato un indicatore di allarme e il motore della macchina non può partire, rendendone impossibile l'uso a chiunque, proprietario o ladro.

Ogni proprietario di veicolo dispone di un'unica chiave «master» dalla quale possono essere realizzate delle chiavi «slave» o dei duplicati. La chiave master viene utilizzata solo per poter realizzare i duplicati; le chiavi slave sono quelle normalmente utilizzate dal guidatore. Solo le chiavi slave realizzate direttamente dalla chiave master permettono di attivare il motore; eventuali duplicati realizzati da una chiave slave disabilitano totalmente il motore, esattamente come se fossero chiavi senza transponder. La macchina rimane inoltre totalmente inutilizzabile in assenza di chiave rendendo quindi impossibile «corto circuitare» il blocco di accensione.

La tecnologia TIRIS RFID offre enormi vantaggi rispetto ad altri sistemi antifurto. Si tratta di un impianto passivo, che non richiede batterie, estremamente robusto e con una durata analoga a quella della vita della macchina. Poiché non si tratta di una tecnologia «a contatto», le prestazioni sono di gran lunga superiori a quelle di altre soluzioni normalmente utilizzate dai produttori di autovetture, che presentano notevoli possibilità di errore in presenza di sporco o di usura.

Il codice unico ed inalterabile permette un elevatissimo livello di sicurezza, superiore a quello di altri sistemi. È abbastanza facile manomettere i più diffusi sistemi ad infrarossi; i negozi di elettronica vendono comunemente apparecchiature a basso costo in grado di intercettare ed emulare i codici emessi dai sistemi ad infrarossi.

La tecnologia TIRIS permette di realizzare dei sistemi estremamente semplici da impiegare. La presenza dell'antifurto in tecnologia TIRIS è totalmente trasparente al guidatore, che non deve fare altro che inserire la chiave, come d'abitudine, nel blocco di accensione. Questa è la differenza sostanziale rispetto ai sistemi PIN, che implica che il guidatore ricordi un codice e lo digiti in un'apposita unità.

Inoltre i sistemi PIN non sono adatti per vetture normalmente usate da più persone; in questo caso è probabile che il numero di identificazione PIN venga a conoscenza di persone non autorizzate a guidare la vettura.

La flessibilità della tecnologia a radiofrequenza permetterà ai produttori di autovetture di impiegare il sistema anche in applicazioni diverse, al di là di quelle di antifurto. La tecnologia può essere utilizzata per adattare il veicolo alle necessità di diversi guidatori. Sarà possibile realizzare chiavi diverse per il «marito» o la «moglie», che attiveranno automaticamente i sistemi di posizionamento del sedile del guidatore e degli specchietti retrovisori, o la memorizzazione delle stazioni radio preferite. Una chiave per «neo guidatori» potrebbe ad esempio limitare automaticamente la velocità massima raggiungibile dal veicolo.

È possibile inoltre pensare di realizzare chiavi che impediscano l'apertura del porta bagagli o del cassettino anteriore dell'autovettura, nel caso in cui la macchina venga affidata ad un meccanico per eventuali riparazioni.

La «distanza di lettura» resa possibile dalla tecnologia TIRIS, cioè la distanza dalla quale è possibile attivare il transponder tramite il lettore, è di un metro.

Ciò permette applicazioni di tipo «ingresso e uscita passivi»; la presenza della chiave può sbloccare automaticamente la porta all'approssimarsi del guidatore, o bloccarla quando il guidatore scende dalla vettura.

(4120)